DE VEZELSTRUCTUUR VAN DE CAPSULA INTERNA EN PEDUNCULUS CEREBRI BIJ MACACA IRA

STANFORD MEDICAL LIBRARY

K. MECHELSE

Leiden 53

DE VEZELSTRUCTUUR VAN DE CAPSULA INTERNA EN PEDUNCULUS CEREBRI BIJ MACACA IRA

With a summary in English
Avec un résumé en français

DE VEZELSTRUCTUUR VAN DE CAPSULA INTERNA EN PEDUNCULUS CEREBRI BIJ MACACA IRA

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN DE RIJKSUNIVERSITEIT TE LEIDEN, OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS Dr J. J. L. DUYVENDAK, HOOGLERAAR IN DE FACULTEIT DER LETTEREN EN WIJSBEGEERTE, TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE TE VERDEDIGEN OP WOENSDAG 29 APRIL 1953 TE 16 UUR

DOOR

KAREL MECHELSE
GEBOREN TE HAARLEM
IN 1929

DRUKKERIJ
„DE SLEUTELSTAD"
LEIDEN

PROMOTOR: Professor Dr J. DANKMEIJER

AAN MIJN OUDERS
AAN MIJN ZUSTER

Bij het verschijnen van een proefschrift is het geoorloofd, een ogenblik terug te zien naar de tijd, die voorafging aan het bewerken van het proefschrift. Deze tijd ligt voor mij enige jaren terug, toen het Neuro-pathologische Laboratorium in Endegeest tot stand kwam door een samenwerking tussen het Anatomisch-Embryologisch Laboratorium der Rijksuniversiteit te Leiden en de Psychiatrische Inrichting te Endegeest. Door deze nauwe samenwerking was de mogelijkheid gegeven, verschillende vraagstukken zowel langs een anatomische als langs een patholoog-anatomische gedachtengang te benaderen. Het was de overtuiging van hen, die dit laboratorium opbouwden, dat hierdoor nieuwe mogelijkheden zouden komen voor de oplossing van de vele problemen, die nog bestaan ten aanzien van het zenuwstelsel bij de mens. Bij deze opzet namen het aantal problemen en daarmede de werkzaamheden van het laboratorium snel toe. Een aandeel in deze werkzaamheden gaf mij de gelegenheid kennis te nemen van de genoemde problemen en mij vertrouwd te maken met de moeilijkheden, die zich bij de bestudering van het centrale zenuwstelsel voordoen. Toen korte tijd na de oprichting van het laboratorium de vezelanalyse van verbindingen in het centrale zenuwstelsel als methode van onderzoek geïntroduceerd werd, mocht één van de verschillende problemen, die hierdoor naar voren kwamen, het onderwerp van dit proefschrift worden. Het is mij een groot voorrecht geweest dit onderzoek te verrichten onder invloed van de bovengeschetste denkbeelden en onder leiding van hen, die deze denkbeelden naar voren brachten en uitvoerden. Mijn dank geldt dan ook in de eerste plaats hen, die niet alleen dit resultaat mogelijk maakten, maar tevens door een positieve vorming de mogelijkheid hebben geopend ook in de toekomst in deze richting te werken.

Een proefschrift komt veelal tot stand in samenwerking met velen, die niet direct op de voorgrond treden, maar wier hand zeker herkend zal worden in dit werk. Ik hoop, dat hun dit, met mijn dank, een terechte voldoening mag schenken.

HOOFDSTUK I

LITERATUUROVERZICHT EN PROBLEEMSTELLING.

A. Literatuuroverzicht.

Omstreeks 1850 hadden Morgagni, Cruveilhier (1828, 1849) en Rokitansky opgemerkt, dat in cerebra met oude bloedingen de pedunculus cerebri, de pons, de pyramide van de medulla oblongata en de heterolaterale zijde van de medulla spinalis soms atrophisch waren. Türck (1850—1853) had gevonden, dat laesies van de pars anterior van de capsula interna degeneratie gaven van de homolaterale pyramide van de medulla oblongata, laesies van de pars posterior daarentegen niet. Hij volgde deze degeneratie heterolateraal in de funiculus lateralis van de medulla spinalis. Laesies van het eerste en tweede segment van de nucleus lentiformis, vooral voor zover deze zich uitstrekten langs de pars anterior, inferior en externa van de capsula interna, zouden degeneratie geven van vezels, die in de funiculus anterior van de medulla spinalis te volgen zijn. Bouchard (1866) ontkende het verschil tussen de vezels van de funiculus lateralis en anterior en meende, dat ze een gelijke oorsprong hadden. Door deze waarnemingen, die aangevuld waren door Charcot en Vulpian (1866), die aantoonden, dat vooral laesies van de capsula interna en zelfs van het centrum semi-ovale, zonder beschadiging van het corpus striatum, degeneratie van de pyramide in de medulla oblongata gaven, was de weg van de vezels in de pyramidebaan via de pedunculus cerebri tot in de capsula interna gevolgd.

Over de oorsprong van de vezels hadden de oude anatomen een opvatting, die aanzienlijk van de huidige afwijkt. Met Meynert (1869—1875) namen zij aan, dat de cortex cerebri verbonden was met de thalamus, de nucleus caudatus en de nucleus lentiformis. Terwijl uit de cellen van de thalamus en de corpora quadrigemina vezels afdalen in het mesencephalon dorsaal van de pedunculus cerebri, werden de vezels *in* de pedunculus cerebri verondersteld te ontspringen uit cellen van de nucleus caudatus en nucleus lentiformis, van waar zij via de capsula interna in de pedunculus cerebri zouden komen. Een klein gedeelte der vezels, dat via de ansa lenticularis het meest mediale deel van de pedunculus cerebri bereikt, bevatte enerzijds vezels voor de kernen van de motorische hersenzenuwen, anderzijds vezels die afdalen in de funiculus anterior van de medulla spinalis, zonder in de medulla oblongata naar heterolateraal te kruisen. De vezels van de nucleus lentiformis en nucleus caudatus, die in de capsula interna afdaalden, kwamen via de pons, waar een klein aantal vezels achterblijft, in de pyramide van de medulla oblongata. Naast deze vezels uit de corpora striata in het midden- en mediale gedeelte van de pedunculus cerebri, beschreef Meynert nog vezels in het laterale gedeelte

van de pedunculus cerebri, die de temporale en occipitale cortex verbonden met de kernen van Goll en Burdach (door Meynert genoemd „faisceau sensitif" of bundel van Türck) en vezels uit de substantia nigra in het stratum intermedium, die ook afdaalden in de pyramide van de medulla oblongata. Later nam Meynert (1879) aan, dat naast de directe corticopetale vezels van de temporale en occipitale cortex, corticofugale vezels uit de frontale cortex zonder onderbreking in het mediale gedeelte van de pedunculus cerebri afdaalden (door Meynert genoemd „faisceau d'Arnold").

De onderzoekingen van Türck, Morgagni en anderen waren niet in tegenspraak met de opvattingen van Meynert, doordat zij de pyramidebaan-vezels uit de pedunculus cerebri, medulla oblongata en medulla spinalis niet verder dan de capsula interna konden volgen. De waarnemingen van Charcot en Vulpian daarentegen wezen reeds op een meer proximale oorsprong van de betreffende vezels, doordat zij constateerden, dat laesies in het centrum semi-ovale zonder aantasting van de stamganglien, ook degeneratie van deze vezels gaven. Deze opvatting werd later door Von Gudden en Charcot bevestigd, doordat Von Gudden in 1872 experimenteel bij de hond aantoonde, dat vezels van de pyramidebaan ontspringen in de gyrus sigmoïdeus en Charcot (1876) bij de mens eveneens de corticale oorsprong van de vezels in de pyramide kon bewijzen. Charcot bleef van mening, dat naast de direct afdalende vezels ook vezels aanwezig waren, die eindigden in de corpora striata. Naast de corticale oorsprong van de pyramide-vezels uit het middengedeelte van de pedunculus cerebri, toonde hij ook de oorsprong in de frontale cortex van de vezels in het mediale gedeelte van de pedunculus cerebri aan.

Charcot onderscheidde in de pedunculus cerebri drie delen: ten eerste een „faisceau interne", corresponderende met het „segment antérieur" van de capsula interna, dat uitsluitend vezels uit de frontale cortex bevat; ten tweede een „faisceau moyen" of „faisceau pyramidal", waarvan de vezels uit de gyri Rolandi komen en via het „segment postérieur" van de capsula interna, waarvan ze het frontaal gelegen twee-derde deel innemen, de pedunculus cerebri en de pons in de medulla spinalis afdalen; ten derde een „faisceau externe", waarin de vezels in corticopetale richting lopen naar de occipitale en temporale cortex via het „segment postérieur" van de capsula interna (posterior gelegen derde deel van het „segment postérieur"). [1])

Flechsig (1881—1883), zich baserende op onderzoekingen van cerebra op verschillende tijdstippen van de myelinisatie, deelde

[1]) In deze beschrijving en ook in de volgende bladzijden is door ons de gyrus centralis anterior als een apart schorsdeel en dus niet als behorende bij de lobus frontalis beschouwd.

in principe de opvatting van Charcot, betreffende de corticale oorsprong van de vezels in het mediale en middengedeelte van de pedunculus cerebri, hoewel hij toch ook nog striatofugale vezels in het mediale gedeelte aangaf. Wat betreft de oorsprong van de vezels in het laterale gedeelte van de pedunculus cerebri, verschilde hij van mening met Charcot door de oorsprong van deze vezels aan te geven in de occipitale en temporale cortex, waar Charcot nog de corticopetale richting van deze vezels volgens Meynert beschreef. Door de verschillende tijdstippen waarop de onderscheidene verbindingen myeliniseren, kon hij directe cortico-medullaire en cortico-pontine vezels aantonen. Hij onderscheidde in de pedunculus cerebri een dorsaal en een ventraal gedeelte, waarvan het laatste in drie delen was verdeeld. Er waren een „faisceau externe", waarvan de vezels de occipitale en temporale schors met de pons verbonden en een „faisceau moyen", dat de vezels bevatte ontspringende uit de gyrus centralis posterior. Deze daalden af via het „segment postérieur" van de capsula interna, het middendeel van de pedunculus cerebri, de pons en de pyramide in de medulla oblongata naar de medulla spinalis, homo- en heterolateraal. Mediaal hiervan in de pedunculus cerebri en frontaal in de capsula interna lopen de vezels voor de kernen van de craniële zenuwen en een „faisceau interne", samengesteld uit vezels van de frontale cortex, de nucleus caudatus en de nucleus lentiformis. Dit laatste wordt in de capsula interna in het „segment antérieur" en in de pedunculus cerebri in het mediale twee-vijfde gedeelte aangetroffen. De corticale vezels zouden ontspringen in de drie frontale windingen en eindigen in de pons. De striatofugale vezels zouden tussen de frontale cortico-pontine en de pyramide-vezels liggen. Een gedeelte van de striatofugale en frontale cortico-pontine vezels werd verondersteld te liggen in het dorsale gedeelte van de pedunculus cerebri (stratum intermedium).

De onderzoekingen van Déjerine bevestigden de opvatting van Flechsig, dat de pedunculus cerebri voornamelijk, volgens Déjerine zelfs uitsluitend, is samengesteld uit corticofugale vezels. Déjerine beschreef in 1893 de samenstelling van de pedunculus cerebri bij de mens, naar aanleiding van een onderzoek van de degeneratie in de pedunculus cerebri na bloedingen in het cerebrum. Hij meende, dat de pedunculus cerebri uitsluitend corticofugale vezels bevatte, die afkomstig waren uit verschillende delen van de cortex cerebri; striatofugale vezels zouden niet in de pedunculus cerebri voorkomen. Het „operculum Rolandique" en de voet van de derde frontale winding waren de oorsprong van de vezels in het mediale vijfde deel van de pedunculus cerebri („faisceau interne"). Het middelste gedeelte van de pedunculus cerebri werd gevormd door vezels uit de gyri Rolandi en de aangrenzende delen van de eerste en tweede frontale winding met de parietale windingen. De middengedeelten van de eerste en tweede temporale winding gaven vezels, die hun weg vonden in het late-

rale vijfde deel van de pedunculus cerebri. Dit laterale deel, ook genoemd „faisceau externe" of bundel van Türck, eindigde in de pons. De vezels uit het middengedeelte daalden via de medulla oblongata in de medulla spinalis af, terwijl enkele vezels afgegeven werden in de pons. De vezels van het mediale gedeelte (bundel van Arnold) eindigden voornamelijk in de pons, een klein gedeelte van de vezels was in de pyramide te volgen.

Met het aantonen van de corticale oorsprong der vezels in de pedunculus cerebri, is het beeld van de samenstelling van de pedunculus cerebri, maar ook van de capsula interna, principieel veranderd. In plaats van een capsula interna, die ventraal opgebouwd was uit striatofugale vezels met uiterst frontaal en uiterst occipitaal enkele vezels, die de cortex direct met de lagere subcorticale centra in de hersenstam verbonden en ter hoogte van de overgang in de corona radiata de vezels, die de cortex met de thalamus, de nucleus caudatus en de nucleus lentiformis verbonden, vinden we hem nu opgebouwd uit vezels, die de cortex verbinden met de subcorticale centra in het diencephalon en met nog lager gelegen subcorticale kernen. Hiermede is ook de opvatting over de samenstelling van de pedunculus cerebri veranderd en we vinden in plaats van de striatofugale vezels alleen direct uit de cortex afdalende axonen. Terwijl Déjerine absoluut geen striatofugale vezels meer in de pedunculus cerebri vond, bleef Flechsig deze vezels in het mediale deel van de pedunculus cerebri tussen de corticofugale vezels aangeven.

De localisatie van de vezels in de witte stof onder de cortex (corona radiata) en in de capsula interna bij de mens werd door Déjerine in 1901 uitvoering beschreven. Hij zag de projectievezels van de gyri Rolandi zich al direct onder de cortex in het centrum semi-ovale verzamelen en de corona radiata vormen. In de corona radiata werden een „segment antérieur", „supérieur", „postérieur" en „inférieur" onderscheiden. Het „segment antérieur" omvat de vezels uit de lobus frontalis; het „segment supérieur" de vezels uit de gyrus centralis anterior en posterior, de aangrenzende delen van de eerste, tweede en derde frontale winding en de parietale cortex, de lobulus paracentralis en het middengedeelte van de gyrus limbicus; het „segment postérieur" is opgebouwd uit vezels van de cuneus, gyrus lingualis, gyrus fusiformis, eerste, tweede en derde occipitale winding, precuneus, gyrus angularis, occipitale delen van de gyrus parietalis superior en inferior, gyrus supramarginalis en de pars posterior van de eerste, tweede en derde temporale winding. Het „segment inférieur" bevat de vezels van het overige gedeelte van de lobus temporalis. De onderscheiden segmenten van de corona radiata gaan in het „segment antérieur" tussen nucleus caudatus en putamen, in het „segment supérieur" tussen thalamus en nucleus lentiformis en in het „segment rétro- et souslenticulaire" van de capsula interna over. Uit de door Déjerine gegeven figuren blijkt,

dat het „segment antérieur" overeenkomt met het crus anterior, het „segment postérieur" met het crus posterior, het „segment rétro- et souslenticulaire" met de pars retro-en sublenticularis, zoals in recente literatuur aangegeven. De vezels uit de frontale lob splitsen zich in het crus anterior in een bundel vezels bestemd voor de thalamus (radiatio thalami anterior) en een bundel („faisceau géniculé"), waarvan de vezels afkomstig zijn van het „operculum Rolandique" en het aangrenzende deel van de gyrus frontalis inferior. Deze laatste bundel sluit distaal bij het crus posterior aan en daalt af in het mediale vijfde deel van de pedunculus cerebri. Bij de overgang van de corona radiata in de capsula interna worden in het crus posterior van de capsula interna de vezels van het „segment supérieur" van de corona radiata aangetroffen. Occipitaal worden ze begrensd door de pars retrolenticularis van de capsula interna, die de vezels uit het „segment postérieur" van de corona radiata bevat. Zij zijn gescheiden door een dunne merglamel, die een voortzetting zou zijn van de zona reticularis thalami. Distaalwaarts voegt zich bij het crus posterior de pars sublenticularis, die een gedeelte van de vezels uit het „segment inférieur" van de corona radiata bevat. De pars sublenticularis komt hiermede tussen het oorspronkelijke crus posterior en de pars retrolenticularis te liggen. Het uitgebreide crus posterior van de capsula interna bevat in dit distale niveau dus de vezels van de gyri Rolandi en de aangrenzende gedeelten van frontale en parietale windingen, de vezels uit het middengedeelte van de eerste en tweede temporale winding en de vezels van het „faisceau géniculé". De vezels uit de overige gedeelten van de temporale cortex begeven zich in de capsula interna naar het corpus geniculatum mediale en via het retrolenticulaire deel naar het pulvinar („faisceau temporo-thalamique" van Déjerine). Het crus anterior is hier verdwenen, doordat het „faisceau géniculé" zich bij het crus posterior heeft aangesloten en de radiato thalami anterior in de thalamus is overgegaan. Het retrolenticulaire deel van de capsula interna bevat voornamelijk vezels uit de occipitale cortex, daarnaast ook vezels uit het occipitaal gelegen deel van de parietale en temporale cortex. Het crus posterior, zoals dit ter hoogte van het corpus subthalamicum (corpus Luysi) is gevormd, gaat over in de pedunculus cerebri. De cortico-thalamische vezels splitsen zich meer proximaal in de capsula interna van de overige corticofugale vezels af en vormen de lamina medullaris externa. Van hieruit dringen ze in bundeltjes de thalamus binnen. Uit het crus anterior komen de vezels uit de frontale cortex, die eindigen in de binnenste kern; uit het crus posterior de vezels uit de gyri Rolandi en het aangrenzende deel van parietale en frontale cortex, die in de buitenste en binnenste kern, corpus Luysi en nucleus arcuatus zouden eindigen. Occipitaal komen uit het retrolenticulaire deel van de capsula interna de vezels, die in het corpus geniculatum laterale, het pulvinar en het occipitaal gelegen gedeelte van de thalamus eindigen. De vezels

naar het corpus geniculatum mediale zouden door het crus posterior van de capsula interna lopen.

De capsula interna is dus opgebouwd uit projectievezels van de cortex cerebri, die gedeeltelijk in diencephale centra eindigen, gedeeltelijk afdalen naar lager gelegen subcorticale kernen. Met de beschrijving van de capsula interna door Déjerine is een opvatting gegeven, die eigenlijk tot op heden niet essentieel veranderd is, hoewel men de localisatie van de verbindingen, naarmate deze meer bekend werd, wel nauwkeuriger heeft gespecificeerd. Naast cortico-thalamische verbindingen, heeft men ook thalamocorticale verbindingen aangetoond, terwijl het bestaan van corticothalamische vezels door sommige latere onderzoekers in twijfel wordt getrokken. Over de oorsprong van de verbinding van de cortex cerebri met de subcorticale centra bestond een verschil van opvatting tussen Déjerine en Flechsig. Terwijl men reeds in het algemeen met Déjerine aannam, dat de gehele cortex cerebri met de subcorticale centra verbonden was, meende Flechsig, dat er specifieke projectie-areae naast associatieve areae, die geen vezelverbindingen met de subcorticale centra bezaten, onderscheiden moesten worden.

Latere onderzoekingen bevestigden de samenstelling van de capsula interna en de pedunculus cerebri uit corticofugale en (in de capsula interna) corticopetale vezelverbindingen en gaven een beter inzicht in de verbindingen van de nucleus caudatus en de nucleus lentiformis met andere subcorticale kernen. Het bleek, dat de verbindingen van deze kernen gedeeltelijk ook in de capsula interna liepen, maar de pedunculus cerebri niet bereikten. Hoewel genoemde vezels in de capsula interna aanwezig zijn, mag toch niet gesproken worden van een opbouw van de capsula interna door deze banen, gezien de geringe plaats, die zij daar innemen en het feit, dat het grootste deel van deze vezels de capsula interna ter hoogte van het corpus subthalamicum slechts kruist. De striatofugale, zowel als de pallidofugale vezels zijn, in een volgens Häggqvist gekleurd praeparaat, op grond van de diameter der vezels en de kleur van de myelineschede, duidelijk van de corticofugale vezels te onderscheiden (Verhaart 1950).

Het is nu dus duidelijk, dat de verbindingen van de cortex met de subcorticale kernen de *structuur* van de capsula interna en de pedunculus cerebri bepalen en een overzicht van enkele onderzoekingen betreffende deze verbindingen zal ons een inzicht moeten geven in de opvattingen, die zich hierover gevormd hebben. Het te geven overzicht beperkt zich, naar de aard en de omvang van het te verrichten onderzoek, tot een bespreking van de verbindingen van de cortex met de thalamus en de corticofugale verbindingen, die via de pedunculus cerebri afdalen.

Minkowsky beschreef in 1925 de degeneratie in het cerebrum van Macaca mulatta na verschillende schorsablaties. Hij vond vezels, verbonden met de frontale pool, in het crus anterior

en vezels, verbonden met de gyrus centralis anterior, in het genu en de aangrenzende delen van het crus anterior en posterior van de capsula interna. Het crus posterior wordt in zijn middelste derde deel gevormd door vezels, verbonden met de gyrus centralis posterior, terwijl het occipitale gedeelte wordt ingenomen door vezels uit de overige gedeelten van de parietale cortex, de gyrus supramarginalis en de gyrus angularis, die ook in het dorsale deel van het retrolenticulaire segment van de capsula interna te vinden zijn. De vezels uit de gyrus angularis, de precuneus en de cortex om de sulcus lunatus zijn door het stratum sagittale en het retrolenticulaire segment in het pulvinar te volgen. Of ook vezels uit de occipitaal gelegen delen van de temporale cortex met het pulvinar verbonden zijn, is niet zeker. De gehele cortex cerebri met uitzondering van enkele gedeelten is dus verbonden met de thalamus en in tegenstelling tot Déjerine nam Minkowsky niet alleen het bestaan van cortico-thalamische, maar ook van thalamo-corticale vezels aan. De met de thalamus verbonden vezels uit de gyrus centralis anterior vormen het orale deel van de pedunculus medialis thalami, het occipitale deel bestaat uit de vezels van de gyrus centralis posterior. De thalamo-corticale en cortico-thalamische vezels uit de overige gedeelten van de parietale cortex, de gyrus supramarginalis en de gyrus angularis, vormen de pedunculus posterior thalami. Corticofugale vezels uit de gehele frontale lob vormen het mediale gedeelte van de pedunculus cerebri, uit de gyrus centralis anterior het middengedeelte en uit de parietale cortex, de gyrus supramarginalis en de temporale cortex het laterale gedeelte van de pedunculus cerebri. De gyrus angularis en de occipitale cortex bezitten geen corticofugale vezels, die in de pedunculus cerebri afdalen. In tegenstelling tot Déjerine, die meende dat de vezels van het mediale gedeelte van de pedunculus cerebri uit een bepaald gebied van de frontale cortex ontsprongen, gaf Minkowsky dus de gehele frontale cortex aan als oorsprongsplaats van de vezels. Ook de opvatting over de samenstelling van het crus posterior in de capsula interna en het midden- en laterale gedeelte van de pedunculus cerebri veranderde.

Déjerine beschouwde de gyrus centralis anterior en posterior nog als een geheel en gaf de vezels uit de gyri Rolandi een gemeenschappelijke plaats in het crus posterior en het middendeel van de pedunculus cerebri. In die tijd waren velen er nog van overtuigd, dat de gyri Rolandi als een geheel beschouwd moesten worden en pas langzaam, onder invloed van vooral klinische en physiologische onderzoekingen, maakte deze opvatting plaats voor de idee, dat de gyrus centralis anterior een motorisch centrum was, dat apart gezien moest worden van de gyrus centralis posterior als een sensorisch centrum. Minkowsky gaf nu ook een gescheiden localisatie voor de vezels uit deze gebieden in de capsula interna en pedunculus cerebri aan. Wat betreft de localisatie van de vezels in het algemeen merkte hij op, dat de degeneratie nooit

scherpe grenzen voor de verschillende gebieden in de pedunculus cerebri aangaf en dat er een gedeeltelijke overlapping bestond. Hij zag reeds, dat de ablaties nooit een totale degeneratie gaven, maar dat tussen de gedegenereerde vezels een aantal normale vezels overbleef.

Levin onderzocht in 1936 de capsula interna en de pedunculus cerebri na ablaties van verschillende omvang in de frontale cortex bij Macaca mulatta. Als oorsprongsgebied van de vezels in het mediale gedeelte van de pedunculus cerebri gaf hij de gyrus frontalis inferior aan. In de capsula interna worden deze vezels gevonden in het genu en de aangrenzende delen van het crus anterior en posterior. Naast de oorsprong der vezels en hun localisatie in de capsula interna en de pedunculus cerebri, lette Levin ook op hun diameter. Vezels uit de gyrus centralis anterior en de frontale cortex variëerden in diameter; deze nam in frontale richting af, zodat uit area 4 dikke, uit area 8 middeldikke en uit de frontale areae vooral dunne vezels kwamen. De vezels in het frontale gedeelte van het crus anterior, die een zeer geringe diameter bezaten, eindigden in de thalamus en bereikten de pedunculus cerebri niet.

Mettler (1935, '44 en '47) gaf een geringe uitbreiding aan het oorsprongsgebied van de vezels in het mediale gedeelte van de pedunculus cerebri. Uit de cortex vóór de sulcus arcuatus bij Macaca mulatta, dat wil zeggen voor area 6, kon hij geen vezels in de pedunculus cerebri volgen. De vezels uit deze gebieden waren verbonden met subcorticale kernen in het diencephalon en daalden niet beneden het corpus subthalamicum af. Ook Sunderland (1940) beperkte de oorsprong van de genoemde vezels tot de cortex van area 6.

Naast de beschreven onderzoekingen bij dieren, gaven ook de degeneraties ten gevolge van leucotomie bij de mens aanleiding tot verschillende opvattingen omtrent het oorsprongsgebied van de vezels in het mediale gedeelte van de pedunculus cerebri.

Kirschbaum en Von Bonin (1947) konden geen degeneratie in het mediale deel van de pedunculus cerebri vinden na laesies, die de cortex frontaal van de gyrus centralis anterior beschadigden.

Meyer, Beck en McLardy (1947 en '48) en Meyer (1949) toonden daarentegen degeneratie van het mediale gedeelte aan na laesies, die de cortex voor area 6 troffen. Meyer meende, dat de oorsprong gezocht moest worden in area 10. De degeneratie was in alle gevallen door het crus anterior van de capsula interna in het mediale gedeelte van de pedunculus cerebri te volgen. Beck gaf in 1950 aan, dat de fronto-pontine bundel (door haar prefronto-pontine bundel genoemd) ontspringt uit de gehele laterale en dorsale zijde van de convexiteit in het gebied vóór area 6, met uitzondering van de areae 10 en 11 en de gyrus rectus.

Yakowlev (1950) meende, naar aanleiding van degeneratie in het mediale gedeelte, de oorsprong van de prefronto-pontine

bundels te moeten zoeken in de areae 8, 9 en 10. De vezels zouden in het crus anterior, tussen de dorsaal gelegen thalamusverbinding met de gyrus cinguli en de ventraal gelegen vezels van de verbindingen van de orbitale cortex met de hypothalamus, lopen. Ook hier vinden we dus onderzoekers, die een bepaalde area als oorsprong van de fronto-pontine vezels aangeven.

Wat betreft de oorsprong van de vezels in het laterale gedeelte van de pedunculus cerebri geven de dierexperimenten van verschillende onderzoekers eveneens verschillende resultaten. Naast de parietale en temporale vezels in het laterale gedeelte van de pedunculus cerebri, waren door Probst (1903) en anderen reeds occipitale vezels in het laterale gedeelte van de pedunculus cerebri beschreven.

D'Hollander en Rubbens in 1926 bij konijnen en Biemond in 1930 bij apen en konijnen, vonden bij occipitale ablaties degeneratie in het laterale gedeelte van de pedunculus cerebri. D'Hollander zag een gedeelte van de vezels, daar waar de tractus opticus de pedunculus cerebri kruist, uit het laterale gedeelte van de pedunculus cerebri in de tractus opticus overgaan, met deze meelopen en eindigen in het corpus quadrigeminum anterius. Biemond localiseerde de temporo-pontine vezels in het retrolenticulaire deel van de capsula interna, de parieto- en occipito-pontine daarentegen in het „segment lenticulo-optique". In de capsula interna, ter hoogte van het corpus geniculatum laterale, verenigen beide bundels zich en dalen af in het laterale gedeelte van de pedunculus cerebri.

Mettler (1935) gaf bij Macaca de parietale, parieto-occipitale, temporo-occipitale cortex en de gyrus temporalis medius en inferior en misschien de gyrus temporalis superior aan als hun oorsprongsgebied. Sunderland (1940) vond eveneens degeneratie in het laterale gedeelte, na ablaties van deze gebieden der cortex cerebri, maar in tegenstelling tot Mettler gaf hij ook degeneratie aan na ablaties van area 17.

Lemmen (1951) nam ook degeneratie in de pedunculus cerebri waar na ablaties in de temporale cortex en gaf als oorsprong de gyrus temporalis superior, medius en inferior aan. De vezels zouden zich in de pedunculus cerebri dorsaal en lateraal van de parieto- en occipito-pontine vezels bevinden. Papez en Rundles hadden in 1937 geen temporo-pontine vezels kunnen aantonen. Zij vonden bij de baviaan en de „mangabey"-aap na temporale ablaties, die zich uitstrekten van de temporale pool tot de occipito-temporale cortex, geen degeneratie in het laterale gedeelte van de pedunculus cerebri.

Ook Bucy en Klüver (1940) konden bij Macaca mulatta na temporale lobectomieën geen degeneratie in het laterale gedeelte vinden.

Vezels uit de parietale cortex in het laterale gedeelte van de pedunculus cerebri werden ook gevonden o.a. door Uesugi

(1937) en Peel (1942) bij Macaca mulatta en door Gobbel en Liles (1947) bij de kat.

Naarmate het onderzoek van de verbindingen der cortex met de thalamuskernen zich verdiepte en uitbreidde (Walker 1938 en Le Gros Clark '32, '33, '35, '40), kwam het probleem van de ligging der verbindingen ten opzichte van elkaar naar voren.

Poliak, die in 1932 een uitvoerig onderzoek over de cortico-thalamische en thalamo-corticale verbindingen bij apen publiceerde, meende dat de fronto-occipitale en dorso-ventrale localisatie in de cortex correspondeerde met een fronto-occipitale en dorso-ventrale localisatie in de thalamus. Op deze wijze vormden de met de thalamus verbonden vezelsystemen een aantal verticale waaiers, die in fronto-occipitale richting achter elkaar gelegen waren. Hierbij weken de frontale waaiers in frontale richting, de occipitale waaiers in occipitale richting van het verticale vlak af, zodat als het ware een parapluie van vezels ontstond. De cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels van de aan elkaar grenzende cortexgebieden kruisen elkaar dus niet.

De opvatting van Pfeiffer in 1934 is hier gedeeltelijk mee in tegenspraak. Hij volgde de cortico-thalamische en thalamo-corticale verbindingen van de cortex cerebri door de corona radiata tot in de capsula interna op verschillende tijdstippen van de myelinisatie in horizontale coupes door het cerebrum en kwam daarbij tot de volgende beschrijving van de capsula interna. Ter hoogte van het corpus subthalamicum wordt de capsula interna gevormd door de vezels, die we in de pedunculus cerebri aantreffen; dat wil zeggen de bundel van Arnold uit de frontale cortex frontaal van de areae 6 en 8, de pyramidenbaan uit de gyrus centralis anterior en de bundel van Türck uit de temporale cortex. In meer dorsaal gelegen horizontale niveaux komen de met de thalamus verbonden vezels in de capsula interna. Cortico-thalamische vezels uit de areae 6 en 8 sluiten zich bij de vezels uit de gyrus centralis anterior in het crus posterior aan. Hierdoor wordt de bundel van Arnold naar het crus anterior verplaatst, waar de vezels zich mengen met cortico-thalamische vezels uit de frontale cortex. In het crus posterior verdwijnt de bundel van Türck uit de capsula interna en verzamelen thalamo-corticale vezels naar de gyrus centralis posterior zich achter de vezels uit de gyrus centralis anterior. De vezels blijven in het niveau van de capsula interna nog merendeels in de lamina medullaris externa thalami liggen, waarbij ze zich uitstrekken in frontale richting tot naast de vezels uit de gyrus centralis anterior. De meeste vezels naar de gyrus centralis posterior treden pas bij de overgang van de capsula interna in de corona radiata uit de lamina medullaris externa thalami en liggen dan vermengd met andere thalamo-corticale vezels, die niet nader beschreven worden, achter het vezelgebied van de gyrus centralis anterior. Zolang de temporofugale vezels nog in de capsula interna aanwezig zijn, worden ze in een meer ventraal gelegen horizontaal

niveau door de vezelverbindingen met de occipitale cortex, in een dorsaal gelegen horizontaal niveau door de vezelverbindingen met de temporale dwarswindingen begrensd. Waar de temporo-pontine vezels de capsula interna verlaten, grenzen de vezelverbindingen van de thalamus met de occipitale cortex aan de thalamo-corticale vezels van de gyrus centralis posterior. In tegenstelling tot Poliak neemt Pfeiffer dus wel de gedeeltelijke overkruising van vezels uit de gyrus centralis posterior en anterior in de capsula interna aan. Men moet aannemen, dat hij in de cortex onderscheidde tussen gebieden, die met de thalamus verbonden zijn (6, 8, cortico-thalamisch, 1, 2 en 3, thalamo-corticaal) en gebieden met vezels, die in de pedunculus cerebri afdalen (de frontale pool, de gyrus centralis anterior en de temporale cortex).

Droogleever Fortuyn beschreef in 1938 naar aanleiding van een onderzoek naar de verbindingen tussen cortex en thalamus bij het konijn, een localisatie in de capsula interna, die in principe bij de beschrijving van Poliak aansluit. Ten gevolge van het feit, dat aangrenzende delen in de cortex cerebri verbonden zijn met aan elkaar grenzende delen van de thalamus, geldt voor de localisatie in de capsula interna dezelfde localisatie als aangegeven kan worden voor de thalamus. Dit wil dus zeggen, dat frontale cortico-thalamische vezels mediaal in de capsula interna lopen en vezels van de motorische cortex, evenals de vezels uit de parietale cortex, zich dorso-lateraal hierbij aansluiten. Dorsaal, grenzende aan de nucleus caudatus, vinden we vezels uit de gyrus cinguli, ventraal, naast putamen en globus pallidus, vezels uit de insula. De medio-laterale en dorso-ventrale localisatie in capsula interna en thalamus wordt ook aangegeven voor de pedunculus cerebri: mediaal vezels uit de frontale cortex, lateraal vezels uit de temporale en occipitale cortex. Tussen de verbindingen van de temporale en occipitale cortex met het corpus geniculatum mediale en laterale en de verbindingen van de frontale en parietale cortex met hun thalamuskernen, bestaat dit verschil, dat de frontale en parietale vezels de thalamuskernen van frontaal en lateraal bereiken, terwijl de occipitale en temporale vezels hun weg van occipitaal en mediaal naar het corpus geniculatum vinden.

Zoals uit het gegeven overzicht der literatuur blijkt, gebruiken de onderzoekers dikwijls een verschillende nomenclatuur bij de beschrijving van hun waarnemingen. Bij onze verdere bespreking van de moderne literatuur en het onderzoek zal de in deze literatuur aangegeven nomenclatuur gebruikt worden.

Bij de bespreking van de capsula interna zal onder proximaal verstaan worden het gedeelte van de capsula interna, dat het meest nabij de cortex cerebri ligt, onder distaal het gedeelte, dat hier het verste van verwijderd is.

Wanneer we naar aanleiding van genoemde onderzoekingen een beeld trachten te vormen van de samenstelling van de capsula interna, dan zal blijken. dat deze samenstelling door de afsplitsing

der met de thalamus verbonden vezelsystemen, van proximaal naar distaal variëert. De samenstelling zal dus in verschillende niveaux van de capsula interna beschreven moeten worden.

Met uitzondering van enkele onderzoekers (F l e c h s i g) neemt men in het algemeen aan, dat de gehele cortex cerebri, behalve enkele gedeelten van de temporale cortex en enkele cortex areae van de basale en mediale zijde van de hemispheer, via de capsula interna met de thalamus verbonden is. Naast deze verbindingen zijn er ook vezels aangetoond, die de cortex met de nucleus caudatus en nucleus lentiformis evenals met distaal van de thalamus gelegen kernen verbinden. Wat betreft de verbindingen van de cortex met de subcorticale kernen, het corpus striatum buiten beschouwing gelaten, kunnen we opmerken, dat niet de gehele cortex cerebri met deze centra verbonden is en dat de gedeelten van de cortex, die met deze kernen verbonden zijn, door de onderzoekers verschillend aangegeven worden. Bepaalde gedeelten van de cortex bezitten naast de associatieve en commissurale verbindingen, alleen verbindingen met de thalamus, andere gedeelten daarenboven nog verbindingen met subcorticale kernen distaal van de thalamus gelegen (distale subcorticale kernen). Wanneer wij de verbindingen van het corpus striatum en de globus pallidus hierbij buiten beschouwing laten, dan betekent dit, dat proximaal in de capsula interna gebieden verwacht kunnen worden met uitsluitend cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels naast gebieden, die bovendien nog corticofugale vezels naar de distale subcorticale kernen bevatten, al of niet gemengd met de cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels. Met het verschil in opvatting omtrent de corticofugale verbindingen, bestaat ook verschil van opvatting omtrent de samenstelling van de capsula interna in haar verschillende gedeelten. Het beeld, dat de verschillende onderzoekers dus geven van de capsula interna, is zeer verschillend.

Een eenvoudige schets van de vorming van de capsula interna uit de corona radiata laat direct zien hoe de capsula interna eigenlijk in een gebogen vlak ontstaat, doordat de vezels zich in de gebogen ruimte tussen de nucleus caudatus en de nucleus lentiformis verzamelen. Bij de bestudering van vlakke coupes van de capsula interna zal men dus steeds moeten bedenken, dat slechts een gedeelte van de capsula getroffen is. De beschrijving van de capsula interna in haar verschillende niveaux zou eigenlijk steeds betrekking moeten hebben op een coupe, die ligt in een gebogen vlak parallel aan de bovenvlakte van de nucleus caudatus. Wanneer wij de ter wille van de beschrijving onderscheiden delen, het crus anterior, crus posterior en de pars retro- en sublenticularis in deze gebogen coupe plaatsen, dan vinden we het crus anterior in het frontale gedeelte van de boog, het crus posterior in het centrale gedeelte en de pars retro- en sublenticularis in het occipitale gedeelte van de boog. Een beschrijving van het proximale gedeelte van de capsula interna zal dus de samenstelling van de vier ge-

noemde delen moeten omvatten in een aantal coupes, die in het bovengenoemde gebogen vlak liggen.

Het crus anterior zal volgens de opvatting van Mettler, die vóór area 6 geen verbindingen van de cortex met de kernen distaal van de thalamus aannam, hoofdzakelijk opgebouwd zijn uit met de thalamus verbonden vezels. De aan het genu grenzende gedeelten zullen daarnaast ook corticofugale vezels voor de lager gelegen kernen bevatten. Wanneer het oorsprongsgebied van deze corticofugale vezels groter is, zoals Levin en anderen aangaven, dan zullen er in het crus anterior meer frontaal, naast cortico-thalamische en thalamo-corticale, ook andere corticofugale vezels aanwezig zijn.

De opvattingen omtrent de samenstelling van het crus posterior zijn bij de verschillende onderzoekers in het algemeen, wat betreft het frontale gedeelte, gelijkluidend. Dit gedeelte wordt ingenomen door de met de thalamus verbonden vezelsystemen van de gyrus centralis anterior en de corticofugale vezels, die deze gyrus verbinden met de distale subcorticale kernen in de hersenstam en het ruggemerg. Wat betreft het occipitale gedeelte van het crus zijn de meningen over de samenstelling zeer verdeeld. In dit gedeelte van het crus posterior vinden we volgens de meeste onderzoekers de thalamo-corticale en cortico-thalamische vezels van de parietale en parieto-occipitale gyri. Corticofugale vezels verbonden met de distale subcorticale kernen worden wel algemeen in het gebied van de parietale vezels, daarentegen niet in het gebied van de vezels uit parieto-occipitale cortex aangegeven. Ook de aanwezigheid van deze corticofugale vezels in het retrolenticulaire deel van de capsula interna dat, naar algemeen aangenomen wordt, opgebouwd is uit cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels van de occipitale, parieto-occipitale en temporo-occipitale cortex, is door verschillende onderzoekers betwijfeld.

Pfeiffer meent, dat de thalamo-corticale vezels van de gyrus centralis posterior de capsula interna reeds bij de overgang naar de corona radiata verlaten en in de lamina medullaris afdalen. Ook de overige met de thalamus verbonden vezels in het crus posterior van de capsula interna, die hij niet verder beschrijft, zouden de capsula interna proximaal reeds verlaten en niet deelnemen aan de vorming van de eigenlijke capsula interna.

De pars sublenticularis wordt gevormd door de verbindingen tussen de thalamus en de temporale cortex en volgens enkele onderzoekers ook door corticofugale vezels naar de distale subcorticale kernen.

In distale richting verandert de capsula interna geleidelijk van samenstelling, doordat de cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels de capsula interna verlaten en de overige corticofugale vezels overblijven. Deze vezels verzamelen zich dan in een vlak, dat in tegenstelling tot de proximale niveaux van de capsula interna in een vlakke coupe getroffen kan worden. De vezels uit het fron-

tale en centrale gedeelte van de boog, d.w.z. uit het crus anterior en posterior, leveren een belangrijke bijdrage tot de vorming van het distale niveau van de capsula interna door het grote aantal corticofugale vezelverbindingen met de distale subcorticale kernen, die in deze gebieden aanwezig zijn. Het occipitale gedeelte van de boog daarentegen geeft er slechts een zeer geringe bijdrage aan. Sommige onderzoekers menen zelfs dat tussen de vezels uit de temporale en occipitale cortex, die het occipitale gedeelte van de boog vormen, geen vezels naar de distale subcorticale kernen aanwezig zijn.

Het beeld van deze geleidelijke verandering der samenstelling is bij genoemde onderzoekers niet duidelijk, doordat de localisatie van de met de thalamus verbonden vezelsystemen ten opzichte van de overige corticofugale vezels niet aangegeven wordt. Een uitzondering maken Déjerine en Minkowsky, die de met de thalamus verbonden vezels localiseren in de pedunculi thalami, die al proximaal in de capsula interna gevormd zouden worden en ter hoogte van de dorso-laterale grens van de thalamus in deze kern overgaan. Deze opvatting geeft dus een beeld, waarin proximaal in de capsula interna een scheiding optreedt van beide systemen en de capsula interna in distale richting voornamelijk door de corticofugale vezelverbindingen met de distale subcorticale kernen gevormd wordt. Ook het leerboek van Ranson en Clark geeft in een schematische figuur in het crus anterior een pedunculus thalami anterior aan, waarin de cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels gescheiden gelocaliseerd zijn van de overige corticofugale vezels.

Opvallend is de beschrijving door Déjerine van een zogenaamde merglamel, die een voortzetting zou zijn van de nucleus reticularis thalami. Deze merglamel zou tussen de pars retrolenticularis en het crus posterior liggen en reeds proximaal gevormd worden. De mogelijk aanwezige corticofugale vezelverbindingen met de distale subcorticale kernen in de pars retrolenticularis zouden zich reeds proximaal in de capsula interna bij het crus posterior aansluiten, waardoor de pars retrolenticularis uitsluitend gevormd wordt door met de thalamus verbonden vezelsystemen. (Vezelverbindingen met de colliculus superior en inferior blijven hier buiten beschouwing). Hier is dus sprake van een duidelijke scheiding der beide vezelsystemen in het crus posterior, waarvan de localisatie duidelijk is aan te geven in tegenstelling tot het frontale en centrale gedeelte van de capsula interna, waar ze niet onderscheiden worden. De met de thalamus verbonden vezels uit het sublenticulaire deel van de capsula interna zouden volgens Déjerine en Pfeiffer tussen de vezels in het retrolenticulaire deel en het crus posterior van de capsula interna lopen, waarbij ze mediaalwaarts afwijken van de algemene vezelrichting van de capsula interna en zich in een ongeveer horizontale richting naar het corpus geniculatum mediale begeven. Ook deze cortico-thala-

mische en thalamo-corticale vezels zouden dan een gescheiden localisatie ten opzichte van de overige corticofugale vezels in de capsula interna bezitten.

In het distale niveau, waar de corticofugale vezelverbindingen met de distale subcorticale kernen zich verzameld hebben, vinden we frontaal de corticofugale vezels uit het crus anterior. De samenstelling van dit gedeelte wordt bepaald door de uitbreiding van het oorsprongsgebied en zoals uit het overzicht bleek, zijn hieromtrent de opvattingen verdeeld. Tegenover de opvatting van Minkowsky, die de gehele frontale cortex als oorsprongsgebied aanwees, staan de meningen van hen, die de oorsprong in bepaalde meestal beperkte frontale schorsgebieden zochten (Levin, Mettler en anderen). Over de samenstelling van het middengedeelte bestaat een algemene overeenstemming, doordat alle onderzoekingen hier de corticofugale verbindingen van de gyrus centralis anterior localiseren. Minder eensgezind zijn de opvattingen betreffende het occipitale gedeelte van het niveau. Terwijl men algemeen de samenstelling door parietofugale vezels aanneemt, bestaat ten opzichte van de aanwezigheid van occipitofugale en temporofugale vezels geen overeenstemming. Zowel onderzoekingen, die deze vezels aangetoond hebben, als onderzoekingen, die deze verbindingen niet konden vinden, werden in het overzicht aangehaald.

Wat betreft de rangschikking der vezelsystemen uit de verschillende cortexgebieden in de capsula interna krijgt men de indruk, dat de verschillende onderzoekers de opvattingen van Poliak bevestigen. De fronto-occipitale rangschikking in de cortex komt dan overeen met een fronto-occipitale rangschikking in de capsula interna, hetgeen inhoudt, dat de vezels uit de verschillende cortexgebieden elkaar in de capsula interna in fronto-occipitale richting niet kruisen. Alleen Pfeiffer meent dat de vezels, die met de gyrus centralis posterior verbonden zijn, de corticofugale vezels van de gyrus centralis anterior in frontale richting kruisen, waardoor deze in een proximaal niveau in mediolaterale richting naast elkaar aangetroffen kunnen worden.

De opvatting van Droogleever Fortuyn sluit zich in principe bij de opvatting van Poliak aan, maar hij vergelijkt de localisatie in de capsula interna en de pedunculus cerebri tevens met die in de thalamus. Hierbij geeft hij aan, dat de fronto-occipitale localisatie in de cortex overeenkomt met een medio-laterale localisatie in de capsula interna, de pedunculus cerebri en de thalamus; de dorso-ventrale localisatie in de cortex met een dorso-ventrale localisatie in genoemde structuren. Wat de thalamus en de pedunculus cerebri betreft, komt zijn beschrijving overeen met die van de overige onderzoekers, maar de localisatie in de capsula interna werd door deze niet besproken. Bezien wij deze localisatie dan blijkt, dat hij beschreven wordt in frontale coupes, hetgeen betekent, dat men in één coupe zowel proximale als distale niveaux

van de capsula interna aantreft. Het uiterst mediale gedeelte van de capsula interna wordt in een bepaalde coupe op veel grotere afstand van de cortex getroffen dan het laterale gedeelte. Een vergelijking van deze gedeelten heeft dus, ten opzichte van de localisatie in de capsula interna, geen betekenis. Ten opzichte van het vlak waarin de vezelsystemen van de capsula interna liggen, kan men deze medio-laterale localisatie niet volhouden. Hier geldt veeleer het beeld van de in fronto-occipitale richting achter elkaar liggende waaiers, zoals dit door Poliak werd aangegeven.

Een nieuw aspect werd aan de vezelverbindingen gegeven door de waarnemingen van Levin, Häggqvist; Verhaart (1948), Lassek (1942, '45, '52) en anderen, die een onderzoek instelden naar de diameter van de corticofugale vezels en het verband tussen hun diameter en hun oorsprongsgebied.

Zoals reeds opgemerkt, vond Levin dat de vezels uit de gyrus centralis anterior een grote diameter bezaten, terwijl de vezels uit de frontale cortex een kleinere diameter hadden, naarmate ze uit meer frontaal gelegen gebieden kwamen. Häggqvist (1937) bestudeerde de vezelkalibers van de pyramidebaan in het ruggemerg en zag bij ablaties in het dorsale gedeelte van area 4 vooral de vezels van 8μ en groter verdwijnen. De vezels van 1 tot en met 3μ degenereerden weinig en hij nam aan, dat deze in andere gebieden hun oorsprong hadden. Hij stelde een zogenaamd vezelspectrum op voor de vezels van de pyramidebaan in de funiculus lateralis van de medulla spinalis. Hierin werd de verhouding van de aantallen van vezels met verschillende diameter aangegeven.

Ook Verhaart en Kennard (1940) gaven vezels met grote diameter aan verbonden met de gyrus centralis anterior en middeldikke vezels verbonden met area 6. De waarnemingen betreffende het vezelkaliber werden meestal in volgens Marchi gekleurde praeparaten gedaan.

Häggqvist (1937) en Verhaart (1948) bestudeerden de vezelverhoudingen in praeparaten van normale cerebra en van cerebra met schorsablaties, waarbij zij de kleuring volgens Häggqvist (zie methodiek) gebruikten. Met deze laatste kleuringsmethode zijn de diameters van de vezels zeer duidelijk te onderscheiden en worden niet alleen de gedegenereerde, maar ook de normale vezels gekleurd. In de Häggqvist-praeparaten van de pedunculus cerebri onderscheidde Verhaart (1948) bij Macaca ira een licht gekleurd middengebied, dat met een kleine overgangszone scherp overging in donkerder gekleurde mediaal en lateraal gelegen gedeelten. Het middengebied viel op door een groter aantal dikke vezels, de laterale en mediale gebieden door een groter aantal dunne vezels.

B. Probleemstelling.

Uit de onderzoekingen blijkt, dat de diameters van de corticofugale vezels variëren en dat een aantal corticofugale vezels van

de gyrus centralis anterior een grotere diameter bezit dan die van de corticofugale vezels uit de frontale cortex. In de pedunculus cerebri liggen deze vezels met grotere diameter in het gedeelte dat uitsluitend degenereert na ablaties van de gyrus centralis anterior (Verhaart 1948), zodat het vezelgebied van de gyrus centralis anterior in de pedunculus cerebri, op grond van de aanwezigheid van deze vezels, in het normale praeparaat te onderscheiden is van het vezelgebied met andere oorsprong in het mediale en laterale gedeelte. In de medulla spinalis is het vezelgebied van de gyrus centralis anterior op grond van de verhouding van de aantallen van vezels met verschillende diameter (vezelspectrum van Häggqvist) te onderscheiden van vezelgebieden met andere oorsprong. Onderzoekingen van Verhaart (1953) betreffende de vezelsystemen in de medulla oblongata toonden aan, dat bij een bepaalde diersoort de ventrale en dorsale spinocerebellaire baan, de pyramidebaan en de rubrospinale baan elk gekenmerkt is door een bepaalde vezelverhouding. Dit betekent, dat deze banen op grond van hun vezelverhoudingen in het normale praeparaat herkend en gevolgd kunnen worden in de medulla spinalis, totdat de vezels zich verspreiden of zich mengen met vezels van andere systemen, waarbij een verandering der vezelverhoudingen optreedt.

Indien bepaalde verbindingen in de medulla oblongata en de medulla spinalis gekenmerkt kunnen zijn door een bepaalde vezelverhouding, dan komt de vraag naar voren of ook in de capsula interna en de pedunculus cerebri bepaalde verbindingen op deze manier onderscheiden kunnen worden? Indien dit zo is, dan zou het mogelijk kunnen bijdragen tot een nauwkeuriger localisatie der verbindingen in de capsula interna en de pedunculus cerebri waaromtrent, zoals wij boven concludeerden, nog in vele opzichten in de literatuur tegengestelde en vage opvattingen te vinden zijn. Een onderzoek langs deze weg naar de vezelverbindingen, die de capsula interna samenstellen, zal zich dus in de eerste plaats bezig moeten houden met het vaststellen van de verhoudingen der vezelaantallen van vezels met verschillende diameter per oppervlakteeenheid in verschillende gedeelten van de capsula interna. In de tweede plaats zal onderzocht moeten worden of deze gebieden samengesteld zijn uit vezels, die tot één of tot meer dan één der reeds vaak genoemde verbindingen behoren. Hierdoor is het wellicht mogelijk een nauwkeuriger inzicht te krijgen in de samenstelling van de capsula interna en de pedunculus cerebri met betrekking tot de vezelverbindingen, waaruit deze structuren zijn opgebouwd.

HOOFDSTUK II

METHODIEK.

Het onderzochte materiaal bestond uit een aantal cerebra van Macaca ira, die door Professor Dr W. J. C. Verhaart uit Djakarta waren meegebracht en in het Laboratorium van de Psychiatrische Inrichting „Endegeest" en het Anatomisch-Embryologisch Laboratorium der Rijksuniversiteit te Leiden verder werden bewerkt. Bij de apen werden ongeveer drie maanden voor de dood kleine of grote gedeelten van de cortex van de linker hemispheer van het cerebrum verwijderd. De apen werden door 10 % pentothaloplossing, intragluteaal toegediend, onder narcose gebracht. Na de huidsnede werd de musculus temporalis losgemaakt van het schedeldak en opzij gehouden. Het op deze wijze blootgelegde schedeldak werd met een trepaan geopend en afhankelijk van de voorgenomen ablatie over een bepaalde oppervlakte met de knabbeltang verwijderd. De dura mater werd opengeknipt en de cortex cerebri op bepaalde plaatsen gelaedeerd of verwijderd. Na het aanbrengen van de laesie werd de wond in twee lagen (musculus temporalis en huid) gesloten en 20.000 eenheden penicilline onder de wond gespoten.

Het herstel van de apen was gewoonlijk voorspoedig en behalve de tengevolge van de ablatie ontstane neurologische verschijnselen, die hier niet nader besproken worden, toonden zij geen afwijkingen. Na ongeveer drie maanden werden de dieren met chloroform gedood en direct, achtereenvolgens met physiologische zoutoplossing en 15 % formaline, doorspoeld. Het cerebrum werd hierdoor in situ reeds in zijn geheel gefixeerd, waardoor de kans op een slechte fixatie van de diepere delen vermindert en de kleuring in het algemeen beter slaagt. Nadat het cerebrum uit de schedel genomen was, bleef het enkele maanden in 15 % formaline, daar gebleken is, dat de kleuring volgens Häggqvist (modificatie van de glia-kleuring van Alzheimer — Mann) beter lukt, naarmate het cerebrum langer in formaline gefixeerd is. De cerebra werden na de fixatie in formaline, volgens de later te bespreken capsula interna-snede, in plakken van ± ½ cm. gesneden. De capsula interna met een gedeelte van de aangrenzende gebieden van thalamus en stamganglien werden uitgesneden en in 10 % ammoniumbichromaat gedurende 1 of 2 maanden gebeitst. De in ammoniumbichromaat gebeitste blokjes werden in paraffine ingesloten en in coupes van 4μ dikte gesneden. De coupes werden met gelatine op zorgvuldig schoongemaakte glazen geplakt en één dag in een glazen pot met een formaline-tablet in een stoof bij een temperatuur van 37 graden en een uur in een stoof bij een temperatuur van 60 graden geplaatst (Masson).

Na deparaffineren bleven de glazen een dag in een mengsel van

90 delen verzadigde oplossing van chromichloride en 210 delen 10 % ammoniumbichromaat. Uit deze vloeistof werden ze, na goed afgespoeld te zijn in water, één dag in een 20 % phosphormolybdeenzuur-oplossing geplaatst. Na weer gespoeld te zijn in water, bleven de glazen vier tot zeven dagen in een oplossing van ¼ % methylblauw en ¼ % eosine. Coupes van cerebra, die lange tijd na de beitsing in paraffine zijn gebleven, moeten gewoonlijk lang in de kleurstof blijven. Na de kleuring met methylblauw-eosine werden de praeparaten door alcohol 96 % en xylol gevoerd en in canadabalsem ingesloten.

In de volgens H ä g g q v i s t gekleurde coupes van normale cerebra zijn de verschillende structuren zeer duidelijk te onderscheiden. De gangliencellen en de axonen worden blauw, de myelinescheden en de nucleoli rood gekleurd. De gliacellen en hun vezels zijn blauw gekleurd. In de twee kleuren bestaan duidelijk te onderscheiden nuances, zodat een zeer contrastrijk praeparaat ontstaat, waarin gangliencellen, gliacellen, ascylinders, mergscheden en andere structuren scherp van elkaar te onderscheiden zijn. Opvallend is vooral het verschil in kleur van de myelineschede van dikke en dunne vezels. Naarmate de vezeldiameter kleiner wordt, is de myelineschede donkerder gekleurd, zodat de dunne vezels bijna een paarse myelineschede bezitten. De striatofugale vezels, de dunste vezels waarbij nog een myelineschede in het volgens H ä g g q v i s t gekleurde praeparaat onderscheiden kan worden, zijn zelfs duidelijk van de overige vezelgroepen te onderscheiden door hun paarse myelineschede. Ook de gedegenereerde vezels zijn in het contrastrijke praeparaat duidelijk te midden van normale vezels terug te vinden. In de gedegenereerde vezel verdwijnt het axon en vult de veranderde, gezwollen, nog rood gekleurde myelineschede de gehele ruimte, waardoor de geheel rood gekleurde vezel onmiddellijk opvalt te midden der normale rood en blauw gekleurde vezels.

Vergeleken met zilverimpregnaties heeft de H ä g g q v i s t-kleuring vele voordelen bij de bepaling van de diameter der vezels en het onderscheiden der verschillende vezelsystemen. De diameter der vezels is in het met zilver geïmpregneerde praeparaat moeilijk te bepalen, omdat de mergschede niet te zien is, in tegenstelling tot het volgens H ä g g q v i s t gekleurde praeparaat, waarin hij zeer duidelijk te herkennen is. Ook de nuancering der kleuren, die in dit laatstgenoemde praeparaat de dunne vezels behalve door de diameter ook door de kleur duidelijk van de grotere vezels doet onderscheiden, vergemakkelijkt het herkennen van bepaalde vezelbundels. Bovendien zijn gedegenereerde vezels en de overige structuren in het met zilver geïmpregneerde praeparaat minder scherp te onderscheiden. Vooral in de coupes van de capsula interna spreken deze voordelen des te meer, omdat de capsula interna en de omgevende structuren zich moeilijker met zilver laten impregneren dan de meer distaal gelegen delen van het cerebrum. Hoewel

in het met zilver geïmpregneerde praeparaat meer dunne vezels te vinden zijn, hebben wij, geleid door de genoemde overwegingen, vooral gebruik gemaakt van de volgens H ä g g q v i s t gekleurde praeparaten. Het aantal dunne vezels is niet belangrijk veel kleiner in het H ä g g q v i s t-praeparaat en doet eventueel aanwezige verschillen in de verhouding van het aantal vezels van verschillende diameter, op verschillende plaatsen in de pedunculus cerebri en de capsula interna, niet verloren gaan.

Tegenover de M a r c h i-methode heeft de H ä g g q v i s t-kleuring voor, dat de vezelverhoudingen in het normale praeparaat bestudeerd kunnen worden. Bij de impregnatie met osmiumzuur ($Os\ O_4$) volgens M a r c h i wordt immers alleen de degenererende mergschede gekleurd en zijn de overige structuren en de niet gedegenereerde vezels nauwelijks of niet te onderscheiden. Vooral het ontbreken van een kleuring van niet gedegenereerde vezels is een groot bezwaar, daar men hierdoor vergeet, dat tussen de gedegenereerde vezels nog een groot aantal normale vezels overblijven, die in de volgens H ä g g q v i s t gekleurde of met zilver geïmpregneerde coupe duidelijk zichtbaar zijn. Het volgens M a r c h i gekleurde praeparaat geeft hierdoor dikwijls de niet gerechtvaardigde indruk van een totale vezeldegeneratie en biedt geen mogelijkheid de veranderde vezelverhoudingen te bestuderen.

Terwijl het M a r c h i-praeparaat dus niet geschikt is om de verhouding te bepalen waarin vezels van verschillende diameters voorkomen en het met zilver geïmpregneerde praeparaat ook bepaalde tekortkomingen heeft, lijkt het volgens H ä g g q v i s t gekleurde praeparaat de voorwaarden voor die bepaling te bezitten.

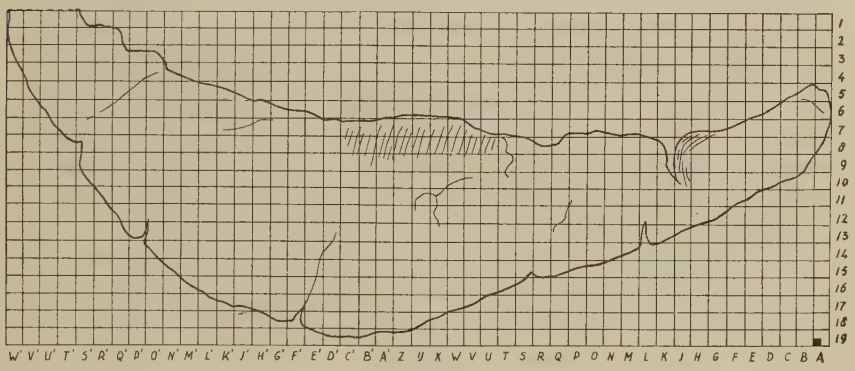
De verschillende vezelbundels werden onderscheiden op grond van hun vezelpatroon. Hiermede wordt bedoeld de verhouding van de aantallen, waarin vezels van verschillend kaliber voorkomen. Soms was een vezelpatroon zo opvallend verschillend van een ander, dat beide op het oog van elkaar konden worden onderscheiden, soms was het nodig de vezels van verschillende grootte te tellen om het patroon vast te stellen.

De diameter der vezels werd gemeten met een tienvoudig vergrotend oculair, voorzien van een zogenaamde oculair-micrometer. Dit is een glazen schijfje, waarop een vierkant onderverdeeld in 100 kleine vierkanten is aangebracht. Wanneer het gebruikt wordt met objectieven van verschillende sterkte, heeft het gezichtsveld van deze micrometer een verschillende grootte, die met een objectief-micrometer wordt bepaald. Bij de bepaling van het vezelpatroon werden de vezels in vijf groepen ingedeeld, namelijk vezels met een diameter van 1μ; 2μ; 3—5μ; 6—7μ; 8μ en groter. Bij de telling van het totale aantal vezels van een bepaalde diameter in een omschreven areaal werd dit bij een ± 30-voudige vergroting getekend en daarna verdeeld in een aantal vierkanten ter grootte van een gezichtsveld van de oculair-micrometer, gebruikt met een 45-voudig vergrotend objectief (zie figuur 1). Geteld en gemeten werden de vezels

met een immersie-objectief, dat 95-voudig vergroot en waarin het gezichtsveld van de micrometer ongeveer $^1/_5$ van de oppervlakte had van dat met een 45-voudig vergrotend objectief. Daar van ieder getekend gezichtsveld een immersie-gezichtsveld werd geteld, werd $\pm$ $^1/_5$ der oppervlakte geteld. De op deze wijze verkregen aantallen werden opgeteld en met 5 vermenigvuldigd. Hiermede zijn dan de totale vezelaantallen in de verschillende groepen bekend. In het gezichtsveld van de oculair-micrometer, gebruikt met een immersie-objectief, vinden we voor elke onderscheiden groep een bepaald aantal vezels.

De gezichtsvelden zijn gekenmerkt door de verhouding van deze aantallen tot elkaar en door het totale aantal vezels van elke groep in het gezichtsveld. De genoemde eigenschappen bepalen dus de vezelverhoudingen of wel het vezelpatroon van het gezichtsveld (waarbij onder gezichtsveld wordt verstaan het vierkante gezichtsveld van de oculair-micrometer, gebruikt met een immersie-objectief).

Karakteristieke plaatsen in het praeparaat werden op enkele punten in de getekende gezichtsvelden aangegeven, zodat het mogelijk was steeds de in de tekening aangegeven gezichtsvelden in het praeparaat te localiseren.



FIGUUR 1

Schema van de pedunculus cerebri, waarin aangegeven de gezichtsvelden van de oculair-micrometer, gebruikt met een 45-voudig vergrotend objectief. Rechts onder is zwart gemaakt het gezichtsveld van de oculair-micrometer, gebruikt met een immersie-objectief. Van de getekende gezichtsvelden werd steeds een immersie-gezichtsveld geteld.

De vezelpatronen werden nagegaan in de pedunculus cerebri en de capsula interna, zowel aan de kant van de schorslaesie als aan de kant van de normale hemispheer.

Het spreekt, dat men de neuronen dwars zal moeten treffen in de coupe om de diameter te kunnen bepalen. De later te bespreken capsula interna-snede is er dan ook op gericht de vezels in de capsula interna dwars te treffen.

De beschrijving van de laesies in de cortex cerebri bij de verschillende apen volgt hieronder.

Beschrijving van de ablaties.

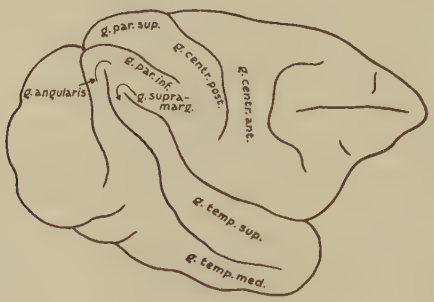
Bij de beschrijving van de omvang en localisatie der weggenomen cortex (zie figuur 2 en 4) wordt gebruik gemaakt van de indeling der cortex cerebri in de areae volgens Brodmann (zie figuur 3).

Aap 404. Operatie op 5-8-'48. Bij de operatie werd het dorsale gedeelte van de cortex met de subcorticale witte stof van de gyrus centralis anterior weggenomen. De ablatie beperkte zich tot area 4 en reikte dorsaal tot aan de mediale zijde van de hemispheer, ventraal tot halverwege de gyrus centralis anterior. De aap werd gedood op 13-12-'48.

Aap 405. Operatie op 16-8-'48. Frontaal van de sulcus arcuatus werd de cortex van area 8 en het meest posterior gelegen deel van area 9 weggenomen. Het weggenomen gedeelte omvatte de cortex en witte stof van de windingen, maar drong niet door in het centrum semi-ovale. De aap werd gedood op 24-12-'48.

Aap 408. Operatie op 12-11-'48. In het frontale gedeelte van het cerebrum werd de cortex in het dorsale deel van area 10 en in area 9 aan de laterale zijde van de convexiteit, met uitzondering van het meest posterior gelegen deel van area 9, weggenomen. De ablatie beperkte zich tot de cortex en de witte stof van de getroffen windingen. Van de gyrus centralis anterior en posterior werd het basale gedeelte verwijderd, waarbij de omvang van de weggenomen cortex beperkt bleef tot de top van de winding en van de witte stof alleen het direct aan de cortex grenzende deel verwijderd werd. De aap werd gedood op 17-1-'49.

Aap 409. Operatie op 18-9-'48. Bij de operatie werd de cortex



FIGUUR 2

Schematische tekening van een rechter hemispheer van Macaca ira, waarop is aangegeven de terminologie voor de verschillende gyri, die in de tekst gebruikt is.

met de aangrenzende witte stof van de gyrus centralis posterior (areae 1, 2 en 3) weggenomen, met uitzondering van de overgang op de mediale zijde van de hemispheer en van de basale delen van de gyrus. De ablatie bleef beperkt tot de top van de winding; de cortex van de gyrus centralis posterior grenzende aan de sulcus centralis bleef gespaard. De aap werd gedood op 20-1-'49.

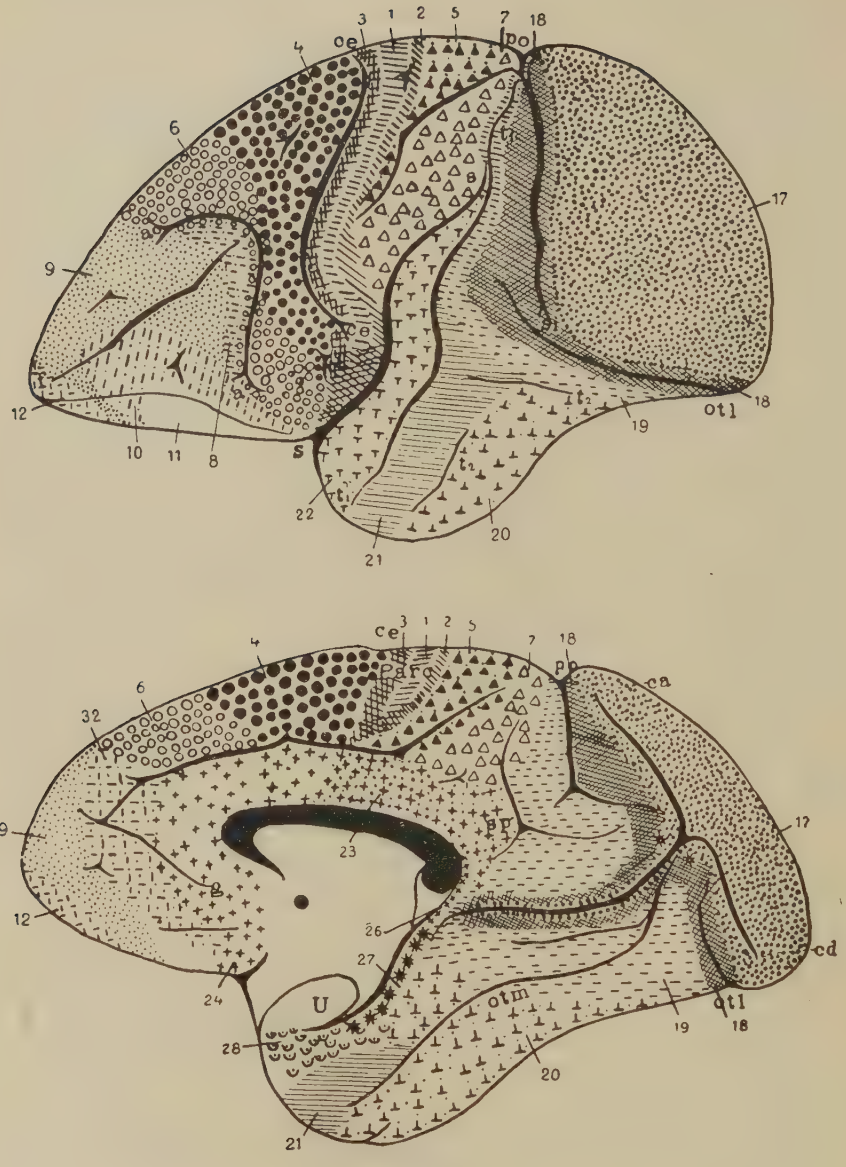
Aap 410. Operatie op 18-9-'48. Er werd een klein gedeelte van de cortex met de subcorticale witte stof weggenomen in de occipito-temporale cortex. De weggenomen cortex omvatte het meest posterior gelegen deel van area 22 en area 19 in het gebied waar de sulcus Sylvii en sulcus temporalis superior elkaar naderen. Bij het uitnemen van het cerebrum, na de dood van de aap op 20-1-'49, bleek naast de aangebrachte laesie ook de frontale cortex met de witte stof vóór de sulcus arcuatus gedegenereerd te zijn door een onbekende oorzaak.

Aap 412. Operatie op 24-9-'48. Bij de operatie werd een gedeelte van de cortex met aangrenzende witte stof in de gyrus parietalis inferior, gyrus supramarginalis en gyrus angularis weggenomen. In de gyrus parietalis inferior werd een smalle zone van de cortex grenzende aan de sulcus Sylvii weggenomen, waarbij het dorsale gedeelte van de gyrus parietalis inferior gespaard bleef. Van de gyrus angularis en supramarginalis waren de dorsale gedeelten (parieto-occipitale cortex of areae 7, 18, 19) weggenomen of gedegenereerd ten gevolge van beschadiging van de subcorticale witte stof. Ook het meest dorsale gedeelte van de occipitale cortex (areae 17 en 18) grenzende aan de sulcus lunatus werd weggenomen. De aap werd gedood op 21-1-'49.

Aap 413. Operatie op 11-11-'48. De cortex met subcorticale witte stof van de gyrus parietalis superior, met uitzondering van het meest posterior gelegen gedeelte van de gyrus, werd geëxstirpeerd. De laesie omvatte dus een gedeelte van area 5 op de laterale zijde van de cortex cerebri. De aap werd gedood op 7-3-'49.

Aap 414. Operatie op 11-11-'48. De cortex van het occipitale gedeelte van de gyrus angularis met de subcorticale witte stof en een smalle zone van de aan de sulcus lunatus grenzende occipitale cortex ter hoogte van de gyrus angularis, met andere woorden het dorsale gedeelte van de areae 18 en 19 met het aangrenzende deel van area 17, werd weggenomen. De ablatie omvatte alleen de toppen van de getroffen windingen en spaarde de cortex in de omgrenzende sulcus lunatus en temporalis. De aap werd gedood op 11-3-'49.

Aap 415. Operatie op 27-11-'48. Frontaal van de sulcus centralis werd de cortex met de aangrenzende witte stof van area 4 en posterior gelegen delen van area 6 weggenomen. Het ventraal van het meest occipitale deel van de sulcus arcuatus gelegen deel van de areae 4 en 6 bleef gespaard. Het frontale deel van de ablatie reikte tot in de voet van de windingen, occipitaal bleef de ablatie beperkt tot de top van de windingen. Een tweede ablatie nam de cortex



FIGUUR 3

Schema van de cortex cerebri van Macaca ira, waarop aangegeven de verdeling van de cortex cerebri in areae volgens BRODMANN (1909).

met subcorticale witte stof van de ventrale delen der gyrus supramarginalis en angularis weg. Ook de cortex van de gyrus parietalis inferior werd bij de operatie gelaedeerd, waardoor de top van de winding, hoewel over een zeer geringe oppervlakte, gedegenereerd was tot de gyrus centralis posterior. Uiterst occipitaal was een klein gedeelte van de gyrus temporalis superior, dat mede de gyrus angularis en supramarginalis vormt, tot aan de voet van de winding weggenomen. De tweede ablatie omvatte dus gedeelten van de areae 18 en 19 en occipitale gedeelten van area 22 en area 7. De aap werd op 23-3-'49 gedood.

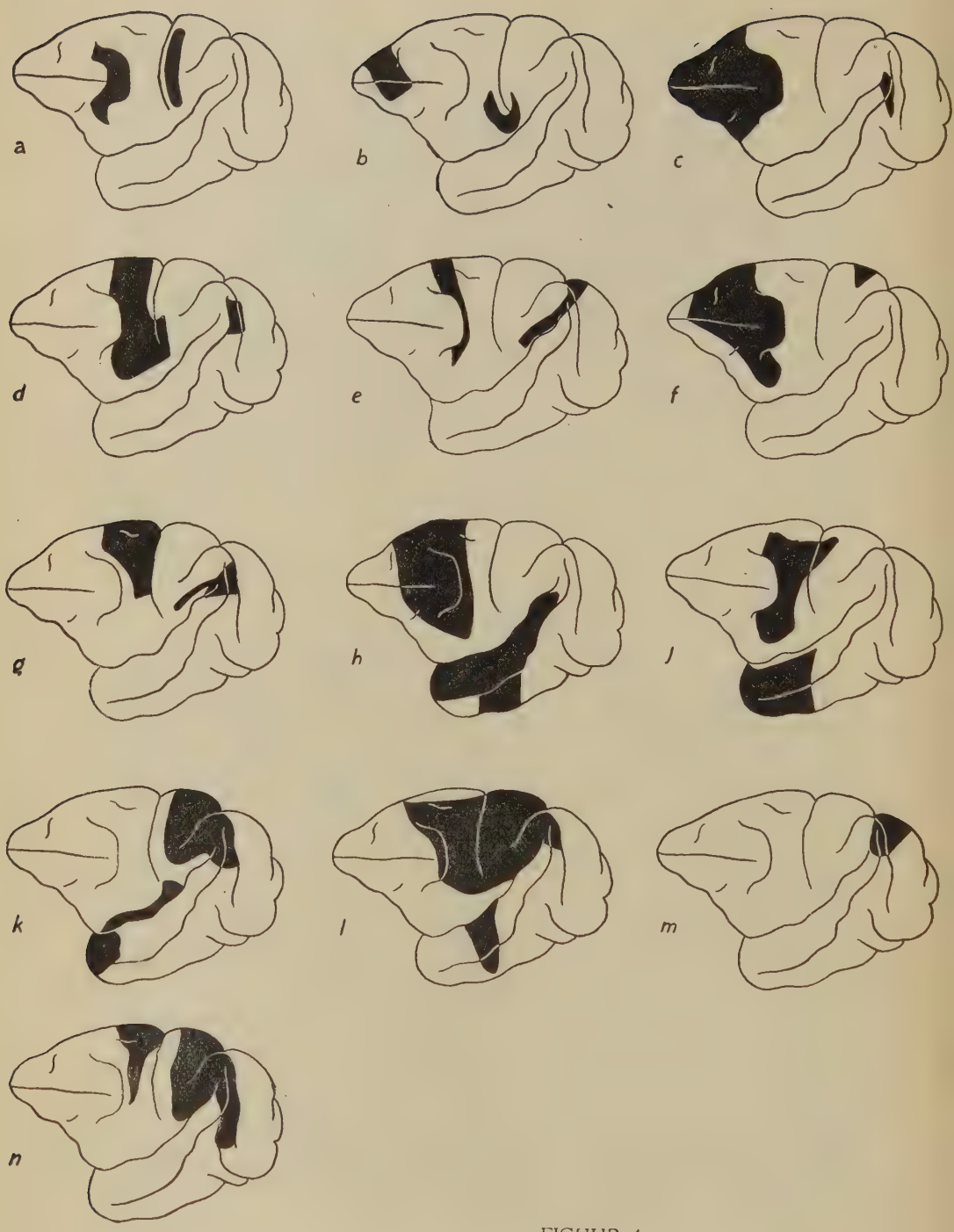
Aap 420. Operatie op 18-9-'48. De cortex frontaal van de gyrus centralis anterior werd door een snede parallel aan de oppervlakte van de cortex cerebri geïsoleerd van de voet der windingen, waarbij de cortex in de bodem der sulci gespaard bleef. De snede reikte tot in area 9 en omvatte dus de areae 6, 8, 9 en 10. De aap werd gedood op 3-5-'49.

Aap 421. Operatie op 15-1-'49. De cortex van de gyrus parietalis superior en inferior, gyrus temporalis superior en medius, voor zover deze mede de gyrus supramarginalis en angularis vormen, was op verspreide plaatsen weggenomen. De ablatie, die alleen de top van de windingen met subcorticale witte stof betrof, was dus niet continu en spaarde op verschillende plaatsen de cortex in het aangegeven gebied. De areae 5 en 7, occipitale gedeelte van 22 en de dorsale gedeelten van 18 en 19 waren hiermede gedeeltelijk weggenomen. De aap werd gedood op 15-5-'49.

Aap 424. Operatie op 5-2-'49. Bij de operatie werd de cortex van de top van de gyrus temporalis superior over haar gehele lengte weggenomen. De cortex van de gyrus temporalis medius werd halverwege tussen de sulcus occipitalis inferior en de temporale pool over ongeveer $^1/_3$ van de lengte der gyrus weggenomen. De ablatie nam ook een groot gedeelte van de witte stof der lobus temporalis onder de genoemde gedeelten der cortex weg. De ablatie trof dus de areae 22 en 21. De aap werd op 11-5-'49 gedood.

Aap 425. Operatie op 12-2-'49. De cortex van de gyrus temporalis superior en medius werd frontaal in de lobus temporalis weggenomen. Vooral frontaal werd ook de witte stof van de lobus temporalis weggenomen, meer occipitaal bleef de ablatie beperkt tot de cortex en de subcorticale witte stof. De ablatie reikte tot halverwege de gyrus temporalis superior en trof de areae 22 en 21 gedeeltelijk. De aap werd gedood op 2-6-'49.

Aap 429. Operatie op 19-3-'49. De cortex met aangrenzende witte stof van de gyrus centralis anterior werd met uitzondering van het meest dorsale en meeste ventrale deel weggenomen. Frontaal werd ook het aangrenzende deel van de cortex met de subcorticale witte stof van area 6, occipitaal het dorsale deel van de cortex met de subcorticale witte stof van de gyrus centralis posterior weggenomen. De ablatie omvatte dus gedeelten van de areae 4, 6, 1, 2 en 3. De aap werd gedood op 8-7-'49.



FIGUUR 4

Aap 430. Operatie op 2-4-'49. De cortex en de witte stof van alle windingen tussen de sulcus lunatus en de sulcus arcuatus op de laterale zijde van de hemispheer werden weggenomen, met uitzondering van de cortex in de voet van de gyri centrales. De ablatie had de windingen geheel verwijderd, zodat ook de cortex in de bodem der sulci weggenomen was. Frontaal van de sulcus arcuatus was de cortex met de subcorticale witte stof van area 8 gedegenereerd. Occipitaal beperkte de ablatie zich tot de dorsale delen der gyrus angularis en supramarginalis, zodat de temporale cortex niet gelaedeerd was. De ablatie trof de areae 8, 6, 4, 1, 2 en 3, 5, 7, 18 en 19. De aap werd gedood op 19-7-'49.

Aap 431. Operatie op 9-4-'49. De cortex en subcorticale witte stof van de gyrus centralis anterior, dus area 4 en het aangrenzende deel van area 6, werd weggenomen. Occipitaal bleef de cortex grenzende aan de sulcus centralis gespaard, met uitzondering van het ventrale gedeelte, waar de ablatie ook de top van de gyrus centralis posterior weg nam. De cortex in de bodem van de sulcus centralis bleef hier echter wel gespaard. De aap werd gedood op 18-7-'49.

Aap 432. Operatie op 3-5-'49. Bij de operatie werd de cortex met de aangrenzende witte stof dorsaal van de sulcus arcuatus in area 6 weggenomen. De ablatie nam ook een smalle strook ventraal langs de sulcus arcuatus weg; dat wil zeggen het frontale deel

Figuur 4.

Overzicht van de beschreven ablaties. In het schema worden de ablaties bij verschillende apen in één afbeelding aangegeven. Zie voor beschrijving ablaties bladzijde 30 en volgende.

a. Aap 405, frontale ablatie.
   Aap 409, ablatie gyrus centralis posterior.
b. Aap 408, frontale en centrale ablatie.
c. Aap 410, frontale en temporo-occipitale ablatie.
d. Aap 431, centrale ablatie.
   Aap 414, occipito-parietale ablatie.
e. Aap 432, frontale ablatie.
   Aap 412, parieto-occipitale ablatie.
f. Aap 433, frontale ablatie.
   Aap 413, parietale ablatie.
g. Aap 415, centrale ablatie en occipito-parietale ablatie.
h. Aap 420, frontale ablatie.
   Aap 424, temporale ablatie.
j. Aap 429, centrale ablatie.
   Aap 425, temporale ablatie.
k. Aap 421, parietale ablatie.
   Aap 436, temporale ablatie.
l. Aap 430, fronto-centro-parietale ablatie.
   Aap 434, temporale ablatie.
m. Aap 435, occipitale ablatie.
n. Aap 404, centrale ablatie.
   Aap 437, parietale en temporo-occipitale ablatie.

van het ventrale gebied van area 6. De aap werd gedood op 10-8-'49.

Aap 433. Operatie op 10-5-'49. Frontaal werd de cortex van de areae 8 en 9 met het ventrale en antero-dorsale deel van area 6 weggenomen. De ablatie nam mede de witte stof van de frontale windingen weg en bereikte mediaal de sulcus calloso-marginalis. De aap werd gedood op 11-8-'49.

Aap 434. Operatie op 14-5-'49. Ventraal van de sulcus centralis werd de cortex van de gyrus temporalis superior en medius met aangrenzende witte stof weggenomen. De ablatie bleef beperkt tot de top van de windingen en omvatte ongeveer $^1/_5$ van de gyri temporales (areae 22 en 21).

Aap 435. Operatie op 21-5-'49. De cortex van het dorsale deel van de gyrus supramarginalis en angularis en de occipitale cortex grenzende aan de sulcus lunatus ter hoogte van de gyrus supramarginalis werd weggenomen. In de gyrus supramarginalis werd alleen de cortex met de subcorticale witte stof van de winding weggenomen. Van de gyrus angularis en de occipitale cortex werden de witte stof en cortex van de gehele winding weggenomen. De ablatie reikte in de occipitale cortex tot diep in de witte stof. Getroffen zijn dus de areae 17, 18 en 19. De aap werd gedood op 2-12-'49.

Aap 436. Operatie op 28-5-'49. De cortex met aangrenzende witte stof van de gyrus temporalis superior werd frontaal weggenomen. Ten gevolge van de beschadiging door de operatie was ook de cortex van het parietale en frontale operculum oppervlakkig gedegenereerd. De aap werd gedood op 28-11-'49.

Aap 437. Operatie op 4-6-'49. De cortex van de gyrus parietalis superior en inferior, alsmede van de gyrus angularis en supramarginalis werden met de aangrenzende witte stof weggenomen. De laesie reikte tot op de bodem van de sulcus lunatus en strekte zich ventraal tot de sulcus occipitalis inferior uit. De aap werd gedood op 4-6-'49.

HOOFDSTUK III

DE VEZELSTRUCTUUR VAN DE PEDUNCULUS CEREBRI.

A. De vezelstructuur van de normale pedunculus cerebri.

Wanneer men een loodrecht op zijn lengte-as gesneden pedunculus cerebri bekijkt in een volgens Häggqvist gekleurde, of in een met zilver geïmpregneerde coupe, dan ziet men de doorsneden van een groot aantal dwars getroffen vezels. In het niveau van de nervus oculomotorius zal men, uitgezonderd de overlangs getroffen vezels van deze hersenzenuw, in de pedunculus cerebri geen andere dan dwars getroffen vezels aantreffen. De meest voorkomende vezels hebben een middellijn, de mergschede inbegrepen, liggende tussen 1μ en 8μ, maar vezels, waarvan de middellijn kleiner dan 1μ of groter dan 8μ is, komen ook wel voor. Men moet deze waarden niet als absolute waarden zien, daar bij fixatie en kleuring schrompeling kan optreden, die bovendien bij verschillende kleurmethoden van verschillende graad kan zijn. De vezels van verschillende afmeting blijken niet regelmatig in de pedunculus cerebri verspreid te zijn. De vezels met de grootste middellijn vindt men vooral in het midden van de pedunculus cerebri; mediaal en lateraal van deze zone is de verspreiding van vezels van verschillende grootte anders. Ten einde deze verhoudingen vast te leggen en na te gaan welk verband er bestaat tussen dit vezelpatroon en de oorsprong dezer vezels, werd de pedunculus cerebri links en rechts bij apen met linkszijdige schorslaesies, volgens de in hoofdstuk II beschreven methode, bestudeerd. Men moet hierbij in het oog houden, dat de gevonden aantallen, evenmin als de doorsneden, absolute waarden vertegenwoordigen, omdat de vezeldikten bij verschillende praepareermethodes wat verschillen en omdat met zilverimpregnatie meestal een groter aantal dunne vezels zichtbaar worden dan in het Häggqvist-praeparaat.

In het middengebied (zie plaat VI F) blijken vezels van 1μ aanwezig te zijn in aantallen van 250 tot 450 per gezichtsveld, waarbij het aantal velden met 300 tot 400 vezels groter is dan met meer of minder vezels. Het aantal vezels in alle groepen is meestal kleiner in gezichtsvelden aan de ventrale rand van de pedunculus cerebri, in de overgang naar het stratum intermedium en in gezichtsvelden waar kleine vaten liggen. Zij tellen bij de beoordeling van het vezelpatroon in de pedunculus cerebri niet mee. De vezels uit de groep van 2μ komen voor in aantallen van 30 tot 70 vezels per gezichtsveld. Hoewel het verschil zeer gering is, blijkt het aantal gezichtsvelden met 40 tot 60 vezels groter te zijn dan dat, waarin de aantallen groter (tot 70) of kleiner (tot 30) zijn. De groep van vezels met een diameter van 3—5μ blijkt vertegenwoordigd te zijn

door 10 tot 30 vezels per gezichtsveld, meestal echter niet meer dan 10 tot 20. Vezels van 6—7μ komen voor in aantallen van 7 tot 12 vezels per gezichtsveld. Een groter aantal vezels per gezichtsveld wordt bij uitzondering gevonden, terwijl een kleiner aantal meestal voorkomt in gezichtsvelden waarin kleine vaten te zien zijn. De vezels uit de groep met een diameter van 8μ en groter worden in aantallen van 4 tot 8 vezels per gezichtsveld gevonden. Ook hier zien we vrijwel geen gezichtsvelden met kleinere of grotere aantallen.

De beschreven verhoudingen gelden voor het gehele middengebied, zodat in elk gezichtsveld van het middengebied het aantal vezels uit de onderscheiden groepen variëert binnen de aangegeven grenzen. Van gezichtsveld tot gezichtsveld vinden we dus wel verschillen in de totale aantallen van elke groep, maar deze blijven binnen de aangegeven grenzen. Deze grenzen zijn dus, zoals gezegd, in alle delen van het middengebied gelijk, waardoor gesproken kan worden van een constant vezelpatroon in het middengebied.

Geheel andere verhoudingen treffen wij aan in het mediale gebied (zie plaat VI A B C D). Van mediaal naar lateraal verandert hier het aantal vezels met een diameter van 1μ van 1000 tot 400 per gezichtsveld. In de meeste gezichtsvelden van het mediale gebied werden mediaal 800 tot 900 vezels, lateraal 400 tot 600 vezels aangetroffen. Uiterst mediaal komen slechts enkele gezichtsvelden voor waar het vezelaantal groter (tot 1000) of kleiner (tot 400) is. Ook op de overgang naar het middengebied zien wij slechts enkele gezichtsvelden met grotere (tot 600) of kleinere (tot 300) vezelaantallen. De vezels uit de groep van 2μ worden mediaal meestal gevonden in aantallen van 20 tot 30, lateraal in aantallen van 40 tot 60 vezels per gezichtsveld. Het gebied met 40 tot 60 vezels per gezichtsveld strekt zich uit over de laterale helft van het mediale gebied. De vezels uit de groep van 3—5μ komen uiterst mediaal niet voor, terwijl op de grens met het middengebied meestal 20 tot 30 vezels per gezichtsveld gevonden worden. Ook de vezels met diameters van 6—7μ komen uiterst mediaal niet voor. Ze nemen in laterale richting geleidelijk in aantal toe. In het gedeelte van het mediale gebied, dat grenst aan het middengebied worden aantallen van 5 tot 10 vezels per gezichtsveld aangetroffen. Vezels uit de groep van 8μ en groter worden alleen gevonden in de laterale helft van het mediale gebied. In de overgang naar het middengebied komen zij voor in aantallen van 1 tot 5 vezels per gezichtsveld. Uit de beschreven verhoudingen volgt, dat de vezelaantallen van elke groep in het mediale gebied niet constant zijn, maar van mediaal naar lateraal veranderen. Op elk punt van het mediale gebied variëren zij echter in het getroffen gezichtsveld steeds binnen bepaalde grenzen, zodat daar, evenals in het middengebied, wel van een bepaald vezelpatroon gesproken kan worden.

Hoewel de verhoudingen in het laterale gebied niet constant

zijn zoals in het middengebied, blijkt toch, dat het aantal vezels van elke groep in de verschillende gedeelten van het laterale gebied zeer weinig variëert (zie plaat VI E). De vezels met een diameter van 1μ komen meestal voor in aantallen van 700 tot 900 vezels per gezichtsveld. Op de overgang naar het middengebied worden aantallen van 600 tot 800 vezels per gezichtsveld aangetroffen. Deze overgang is zeer scherp en vindt in medio-laterale richting in 1 tot 2 gezichtsvelden plaats. De vezels uit de groep van 2μ komen in het gehele laterale gebied, dus ook in het overgangsgebied, meestal voor in aantallen van 70 tot 90 vezels per gezichtsveld. Van de groep van 3—5μ worden wel verschillende vezelaantallen gevonden voor het laterale gebied in engere zin en het overgangsgebied. Zij komen lateraal meestal voor in aantallen van 40 tot 70 vezels, in het overgangsgebied in aantallen van 40 tot 90 vezels per gezichtsveld. De vezels uit de groep van 6—7μ worden uiterst lateraal in enkele gezichtsvelden niet aangetroffen, in de overige gezichtsvelden bleken 2 tot 5 vezels aanwezig te zijn. Vezels met een diameter van 8μ komen in het laterale gebied, met uitzondering van enkele gezichtsvelden in het overgangsgebied, niet voor. Uiterst lateraal neemt het aantal vezels uit elke groep af, waarschijnlijk ten gevolge van de lossere structuur uiterst lateraal in de pedunculus cerebri. Samenvattend kunnen we dus opmerken, dat met uitzondering van een klein overgangsgebied, het laterale gebied constante verhoudingen toont. Het overgangsgebied is gekenmerkt door het voorkomen van vezels met een diameter van 8μ en groter, een groter aantal vezels van 3—5μ en een daling van het aantal vezels van 1μ per gezichtsveld.

	Mediale gebied		*Middengebied*	*Laterale gebied*	
1μ	800-900	400-600	300-400	600-800	700-900
2μ	20-30	40-60	40-60	70-90	70-90
3-5μ	0	20-30	10-20	40-90	40-70
6-7μ	0	5-10	7-12	2-5	2-5
8μ	0	1-5	4-8	0	0

Tabel

In de tabel zijn voor elk gebied aangegeven de aantallen, die van elke onderscheiden groep per gezichtsveld gevonden werden. Alleen de aantallen, die in de meeste gezichtsvelden voorkwamen, zijn weergegeven in de tabel.

Samenvattend kunnen wij dus zeggen, dat in het middengebied het gemiddelde aantal vezels per gezichtsveld van elke groep constant is over het gehele gebied. In het mediale gebied neemt van

mediaal naar lateraal het gemiddelde vezelaantal per gezichtsveld van de groep van 1μ af. Vezels van 8μ en 6—7μ komen uiterst mediaal niet voor; op enige afstand van de mediale rand treden het eerst de vezels van 6μ, daarna van 8μ op, waarbij de gemiddelde aantallen per gezichtsveld naar het middengebied toe stijgen. De vezels van 2μ en 3—5μ komen alleen in de uiterst mediale punt niet voor, overigens geldt voor hen hetzelfde beeld als voor de 6—7μ en 8μ-groepen met het verschil, dat zij reeds vóór het middengebied een constant niveau bereiken. *Wij zien dus van mediaal naar lateraal in het mediale gebied geleidelijk veranderingen ontstaan, waarbij de 1μ vezels in aantal afnemen, terwijl achtereenvolgens de vezels van 2μ, 3—5μ, 6—7μ, 8μ en groter zichtbaar worden en in aantal toenemen.*

Het laterale gebied heeft evenals het middengebied een gelijkmatige samenstelling, want de veranderingen zijn zeer gering. Een tot twee gezichtsvelden lateraal van het middengebied zijn de vezels van 8μ en groter verdwenen. De overige groepen variëren wel van veld tot veld, doch nemen niet in een bepaalde richtig toe of af.

Door de veranderingen in het vezelaantal tonen de velden ook verschillende verhoudingen van de vezelaantallen in de groepen ten opzichte van elkaar. Deze verhouding is in het middengebied en het laterale gebied constant doch niet gelijk en verandert in het mediale gebied geleidelijk van mediaal naar lateraal.

In het middengebied overwegen de dunne vezels aanzienlijk minder dan in de beide andere gebieden, terwijl de vezels van 8μ en groter er in veel grotere aantallen voorkomen dan mediaal en lateraal. In het laterale gebied vinden we de gemiddelde vezelaantallen van de 2μ-groep per veld hoger dan in het midden- en mediale gebied, terwijl de vezels van 8μ en groter ontbreken. Vergelijken wij nog de aantallen per groep in de gehele pedunculus cerebri, dan zien wij, dat de dunne vezels van 1μ sterk overwegen. De groepen van 2μ en 3—5μ overwegen ook, hoewel niet zo aanzienlijk als de 1μ groep, over de vezels van 6—7μ, 8μ en groter.

Uit de beschrijving blijkt, dat tussen het mediale gebied en het middengebied moeilijk een scherpe grens getrokken kan worden. Het mediale gebied gaat geleidelijk in het middengebied over en dit laatste is dus vooral van de overgang naar mediaal te onderscheiden door zijn constante verhoudingen. Het laterale gebied daarentegen is vrij scherp gescheiden van het middengebied door de plotselinge verandering van de verhoudingen. Deze grens is ook microscopisch zeer duidelijk te zien.

In een volgens Häggqvist gekleurd praeparaat van de pedunculus cerebri vallen een aantal kleurverschillen op (zie plaat V A). Het middengebied blijkt duidelijk lichter gekleurd te zijn dan het laterale gebied, dat daardoor scherp ervan is af te grenzen. Het mediale gebied toont deze scherpe kleurgrens met het middengebied niet, maar wordt geleidelijk naar mediaal donkerder.

De uiterst mediale punt van het mediale gebied is veel donkerder dan het middengebied; ertussen vindt men een geleidelijke overgang van kleur. Deze verdelingen van de pedunculus cerebri naar aanleiding van het kleurverschil komen overeen met de indeling, die op grond van het vezelpatroon gemaakt kan worden. Het lichte gebied is namelijk identiek met het deel der doorsnede met de constante samenstelling in het midden van de pedunculus cerebri en het donkere gebied met het laterale gebied met de constante samenstelling. Het mediale donkere deel en de overgang naar het lichte middengebied komen overeen met het mediale deel, waarin bijna uitsluitend vezels van 1μ voorkomen en het gebied waarin dikkere vezels te vinden zijn en het patroon geleidelijk in dat van het middengebied verandert.

Uit de boven gegeven beschrijving is reeds gebleken, dat de verandering in het patroon zich in hoofdzaak van lateraal naar mediaal en niet van dorsaal naar ventraal voltrekt. De grens van het middengebied met het laterale gebied loopt meestal niet precies loodrecht op de medio-laterale as van de pedunculus cerebri; het middengebied strekt zich dikwijls iets dorsaal boven dit laterale gebied uit. Dit zien wij aan de mediale zijde van het middengebied evenzo.

De oorzaak van de kleurverschillen in het Häggqvist-praeparaat ligt in het feit, dat de dunne vezels een myelineschede bezitten, die zich donkerder kleurt dan die van de grote vezels. Deze laatste hebben in het Häggqvist-praeparaat een licht rode kleur, de dunne een meer paarse tint. In de literatuur wordt aangegeven, dat er chemische verschillen zouden bestaan in de samenstelling van deze myelinescheden, die wellicht de oorzaak van dit kleurverschil zijn. Hierdoor worden gebieden, relatief rijk aan dikke vezels, lichter van kleur dan gebieden waarin vooral dunne vezels voorkomen. Een feit, dat ook bijdraagt tot het genoemde verschil, is de schrompeling van de myelineschede der grote vezels, waardoor een lege en ongekleurde zone ontstaat om de ascylinder.

De besproken vezelsamenstelling van de pedunculus cerebri blijkt bij elke onderzochte Macaca ira gelijk te zijn. In de totale vezelaantallen bestaan tussen links en rechts bij hetzelfde dier geen verschillen, maar tussen de pedunculi cerebri van twee verschillende Macaca apen wel. Men zal geen twee pedunculi cerebri vinden, die gelijke vezelaantallen bezitten; de verschillen kunnen zelfs aanzienlijk zijn. De beschreven verhoudingen worden zowel proximaal in de pedunculus cerebri ter hoogte van het corpus subthalamicum, waar de pedunculus cerebri overgaat in de capsula interna, als distaal in de pedunculus cerebri, waar deze overgaat in de pons, gevonden.

Nu het vezelbeeld van de normale pedunculus cerebri in enkele principes is vastgelegd, moeten wij trachten na te gaan welke ver-

anderingen er in ontstaan ten gevolge van het wegnemen van kleine en grote delen van de cortex cerebri. Om de veranderingen na te gaan, werden de pedunculi cerebri van apen met verschillende schorsablaties links en rechts geteld en de vezelsamenstelling van de mediale, midden- en laterale gebieden links en rechts vergeleken. Na de cortexablaties zullen de corticofugale vezels degenereren, wat een vermindering van het aantal vezels in de pedunculus cerebri ten gevolge zal hebben. Deze vermindering zal een verandering van het vezelpatroon geven (kleinere vezelaantallen per gezichtsveld in de verschillende groepen), waardoor uit de verandering van het vezelpatroon de localisatie van de corticofugale vezels uit de verschillende gedeelten der cortex cerebri bepaald kan worden. Hiermede kan tevens nagegaan worden, of vezels van bepaalde afmetingen uitsluitend afkomstig zijn van bepaalde cortex-areae, of ontspringen uit alle areae van de cortex met corticofugale vezels, die in de pedunculus cerebri afdalen. Grove degeneraties kunnen in het H ä g g q v i s t-praeparaat ook zonder tellen worden gezien, doordat in de gedegenereerde vezels het axon verdwenen is en de doorsnede van de vezel zich egaal rood heeft gekleurd. Deze verandering is alleen zichtbaar in vezels van 2μ en groter. De vezels van 1μ verdwijnen uit het praeparaat. Met een kleine vergroting kan men meestal het gedegenereerde gebied opmerken, doordat het een „rommelige indruk" maakt. Men ziet niet meer de naast elkaar liggende heldere doorsneden van de neuronen, maar de gedegenereerde myelinescheden zonder axon en een, ook met grote vergroting niet nader te onderscheiden tussenstof, die in het normale praeparaat niet gezien wordt. Waarschijnlijk zijn dit de gedegenereerde kleine vezels. Een gliareactie is niet altijd te herkennen, hoewel de gliacellen duidelijk als donkere blauwe punten in het praeparaat te vinden zijn. Het aantal gliacellen is in de mediale en laterale gebieden van de pedunculus cerebri normaal reeds groter dan in het middengebied.

B. Veranderingen in de pedunculus cerebri na corticale ablaties.[1])

a. *Occipitale cortex.* Aap 435. Deze heeft een grote ablatie, waarvan lateraal slechts een klein deel zichtbaar is. De weefseldegeneratie dringt door in de occipitale lob en onderbreekt de verbindingen van de occipitale cortex met de hersenstam. Die van area 17 zijn hiermede dus ook onderbroken. De gezichtsstraling, zichtbaar in de coupes van de capsula interna, blijkt gedegenereerd te zijn. In de pedunculus cerebri vinden we geen degeneratie in het laterale gebied.

Aap 414. De schorslaesie is hier klein en oppervlakkig en bevindt zich op het laterale oppervlak in het dorsale deel van area 18

[1]) Vergelijk figuur 2-4

en 19. Ook ten gevolge van deze ablatie is geen degeneratie ontstaan in de pedunculus cerebri. Bij het bepalen van de vezelaantallen per veld en van de totale vezelaantallen is het niet mogelijk een degeneratie vast te stellen. Daar het de vraag is of kleine ablaties een duidelijk aantoonbare degeneratie in de pedunculus cerebri geven, is het experiment niet doorslaggevend.

Aap 414 sluit dus niet de mogelijkheid uit, dat een grote ablatie in 18 en 19 toch degeneratie in het laterale gedeelte van de pedunculus cerebri geeft. Area 17 geeft duidelijk geen aantoonbare bijdrage tot de pedunculus cerebri.

b. *Temporale cortex*. Bij de apen 425, 434 en 436 waren ablaties van de temporale pool gedaan. Bij geen van deze apen kon een degeneratie in de pedunculus cerebri opgemerkt worden. Ook een vergelijking van de vezelaantallen leverde geen aantoonbare veranderingen op.

Bij aap 424 was er een uitgebreide ablatie van de temporale cortex. Area 22 was bijna over de gehele lengte verdwenen, terwijl area 21 in het midden een tot diep in de witte stof gaande laesie toonde. Ook hier kon bij bestudering van het praeparaat en vergelijking der vezelaantallen geen degeneratie vastgesteld worden.

c. *Parietale cortex*. Aap 409. Hier werd de cortex aan de top van de gyrus postcentralis verwijderd. In het laterale gedeelte van de pedunculus cerebri was degeneratie in vezels van alle grootten te zien. Dit was vooral duidelijk in het deel grenzende aan het middengebied.

Aap 430. Hier werd een grote ablatie verricht, die zich uitstrekte van de frontale lob tot de sulcus lunatus. In de pedunculus cerebri was duidelijk degeneratie waar te nemen, die zich over de drie gebieden uitstrekte. De degeneratie van het laterale gebied strekte zich verder lateraal uit dan bij aap 409. Ook hier waren vezels van alle grootten gedegenereerd.

Aap 437. De ablatie omvatte hier een gebied occipitaal van de gyrus centralis posterior tot aan de sulcus lunatus. Naar ventraal breidde hij zich uit achter de fossa Sylvii in het temporo-occipitale gebied tot de sulcus occipitalis inferior. Ook hier was een duidelijke degeneratie in de pedunculus cerebri waar te nemen. Deze beperkte zich tot het laterale gebied van de pedunculus cerebri, maar kwam hier diffuus voor en betrof vezels van elke doorsnede.

De apen 412 en 413 hadden een kleine laesie in het parietale gebied, 413 in area 5 op de overgang naar de mediale zijde van de cortex cerebri, 412 om het einde van de fossa Sylvii. Deze kleine ablaties gaven waarschijnlijk door hun kleine omvang geen degeneratie in de pedunculus cerebri.

Overzien wij nu de resultaten van de parietale, temporale en occipitale ablaties met betrekking tot het laterale gebied van de pedunculus cerebri, dan blijkt dat het occipitale deel van de cortex

cerebri, althans area 17, er geen vezels aan geeft. Ablaties van de temporale cortex gaven geen degeneratie in het laterale gebied van de pedunculus cerebri (alleen de ablatie bij aap 424 gaf degeneratie in de capsula interna, die niet tot in de pedunculus cerebri gevolgd kon worden).

Het grootste gedeelte van de vezels blijkt uit de parietale cortex te komen. Ablatie van deze streken gaf alleen een duidelijke degeneratie van het laterale gebied van de pedunculus cerebri. Vergelijkt men de uitbreiding van de degeneratie enerzijds bij de aap 409, anderzijds bij de apen 430 en 437, dan krijgt men de indruk, dat de degeneratie zich verder lateraalwaarts in de pedunculus cerebri uitbreidt in genoemde volgorde. Dit wil zeggen, dat het aantal gedegenereerde vezels in de aangegeven richting toeneemt. De uitbreiding van het oorsprongsgebied in occipitale richting is niet met zekerheid uit bovengenoemde experimenten af te leiden. De beschreven ablaties van de parietale cortex omvatten steeds mede de cortex van de areae 18 en 19, terwijl een grote ablatie, die uitsluitend dit gebied wegnam, ontbrak. De aanwezigheid van corticofugale vezels uit deze gedeelten van de cortex in het laterale gebied van de pedunculus cerebri is dus niet uit te sluiten.

Bij alle degeneratieve veranderingen ten gevolge van de ablaties werden steeds vezels van alle afmetingen getroffen en kon nooit met zekerheid vastgesteld worden, dat vezels van een bepaalde afmeting uitsluitend of overwegend gedegenereerd waren. Er is dus geen cortex-area, die alleen of overwegend vezels van een bepaalde doorsnede geeft naar het laterale gebied van de pedunculus cerebri. De ablaties, die een degeneratie geven van het laterale gebied van de pedunculus cerebri, geven met uitzondering van aap 409 en 430 geen aantoonbare veranderingen in de overige delen van de pedunculus cerebri. Aap 409 met een laesie in de areae 1, 2 en 3, welke laesie alleen de top van de gyrus postcentralis betrof, gaf degeneratie van grote vezels in het gedeelte van het middengebied grenzende aan het laterale gebied. Het aantal van deze vezels, dat door de degeneratie getroffen was, bleek zeer gering. Het laterale gebied blijkt dus vrij scherp onderscheiden te zijn van het middengebied, niet alleen wat betreft het vezelpatroon, maar ook wat zijn plaats van oorsprong betreft. De degeneratie in de beschreven gevallen was steeds duidelijk te herkennen. Vergeleken met degeneraties in de andere gebieden van de pedunculus cerebri bij frontale of centrale ablaties was hij, zoals later zal blijken, gering te noemen. Waarschijnlijk is dus de oorsprong van het laterale gebied van de pedunculus cerebri zeer uitgebreid en komen de vezels diffuus uit een groot gebied. Dit gebied zal dan gelegen zijn om de fossa Sylvii; frontaal begrensd door de sulcus centralis, occipitaal door de sulcus lunatus of de occipitale grens van de gyrus supramarginalis. De uitbreiding om de fossa Sylvii in het temporale areaal is hier niet te bepalen door het ontbreken van ablaties in dit gebied. Zoals bij de be-

schrijving van de degeneratie in de capsula interna na temporale ablaties zal blijken, ligt de oorsprong van een aantal vezels uit het laterale gebied in de occipitale zone van de temporale cortex.

d. *Frontale cortex*. Aap 405. De ablatie is verricht in het frontaal van de sulcus arcuatus gelegen deel van de linker hemispheer en omvat slechts area 8 en een gedeelte van area 9 van de frontale cortex aan de laterale zijde.

In de pedunculus cerebri vinden wij een duidelijke degeneratie in het uiterst mediale gedeelte van het mediale gebied en een geringe in de aangrenzende overgang naar het middengebied. De vezelaantallen per gezichtsveld zijn zowel mediaal als in het overgangsgebied verminderd, maar de intensiteit van de degeneratie neemt van mediaal naar lateraal af. Vezels van alle groepen vallen uit; de dikkere vezels in toenemende mate.

Aap 408. Ablatie in de frontale en centrale cortex. Frontaal werd een gedeelte van area 9 en area 10 weggenomen. Degeneratie in de pedunculus cerebri werd vooral aangetroffen in de uiterst mediale punt van het mediale gebied, waar weinig vezels met een diameter groter dan 5μ voorkomen. Vezels met elke diameter kleiner dan 5μ waren door de degeneratie getroffen.

Aap 410. Bij deze aap was door onbekende oorzaak het vóór de sulcus arcuatus gelegen deel van de convexiteit gedegenereerd. De degeneratie in de pedunculus cerebri toonde in principe het beeld zoals bij aap 405 beschreven; het overgangsgebied was hier echter in sterkere mate gedegenereerd. Zowel in het getelde vezelpatroon als bij microscopisch onderzoek bleek de intensiteit van de degeneratie in het overgangsgebied sterker en meer lateraalwaarts uitgebreid te zijn dan in de pedunculus cerebri van aap 405. Ook hier waren alle soorten vezels, de dikke meer dan de dunne, door de degeneratie getroffen; het aantal gedegenereerde vezels was mediaal het grootst.

Aap 433. De ablatie betrof hier voornamelijk het vóór area 6, dus ongeveer vóór de sulcus arcuatus gelegen deel van de laterale cortex. Ventraal meer dan dorsaal breidde de ablatie zich in het gebied van area 6 uit.

De degeneratie in de pedunculus cerebri strekte zich van de mediale punt tot, of tot in het middengebied uit. Het vezelpatroon van het mediale en het overgangsgebied had zijn kenmerken verloren. Het gevolg was, dat de grens met het middengebied niet nader te bepalen was, daar degeneratie hierin hetzelfde onduidelijke patroon gaf, als in het mediale en overgangsgebied. Alleen het grote aantal gedegenereerde dikke vezels onderscheidt het middengebied van het mediale gebied. Om de grens van beide vast te stellen is dit criterium niet bruikbaar door de geleidelijke overgang die tussen beide bestaat. De intensiteit van de degeneratie, dat wil zeggen het aantal gedegenereerde vezels, nam van mediaal naar lateraal af.

Aap 432. Ablatie van area 6. Het getroffen gebied was slechts klein en de degeneratie in de pedunculus cerebri was dan ook nauwelijks te vinden. In het overgangsgebied waren verspreid gedegenereerde vezels te zien; de intensiteit van de degeneratie was zeer gering.

Aap 420. De cortex van area 6 werd ondermijnd. De steek liep door de toppen van de frontale windingen. In de pedunculus cerebri was een degeneratie van het mediale gebied te zien, die tot het middengebied doorliep. De intensiteit was lateraal groter dan mediaal.

Vatten wij de resultaten van de ablaties in de frontale delen van de cortex cerebri samen, dan zien we, dat ablatie van de cortex vóór area 4 degeneratie in het mediale gebied van de pedunculus cerebri geeft; een degeneratie die alle vezelsoorten treft en het kenmerkende vezelpatroon verloren doet gaan. Ablaties, die in frontooccipitale richting een groter oppervlak van de frontale cortex laedeerden, gaven een degeneratie in de pedunculus cerebri, die zich in het overgangsgebied verder naar lateraal uitstrekte. Ablaties, die mede area 6 troffen, gaven vooral ook degeneratie in het gedeelte van het mediale gebied grenzende aan het middengebied. De ablatie bij aap 408 gaf vooral degeneratie in het uiterst mediale gebied, waar vrijwel geen vezels met een diameter groter dan 5μ voorkomen.

e. *Centrale cortex.*[1]) Aap 404. Hierbij is het dorsale deel van area 4 met het aangrenzende deel van area 6 op de convexiteit weggenomen. In de pedunculus cerebri vonden wij degeneratie in het middengebied, met een geringe degeneratie mediaal en lateraal hiervan. Lateraal waren slechts enkele vezels met grote diameter gedegenereerd, mediaal greep de degeneratie over op het overgangsgebied direct grenzende aan het middengebied. De intensiteit was maximaal direct mediaal van het middengebied en nam in mediale richting af; twee tot drie gezichtsvelden mediaal van het gebied waar de 8μ vezels gezien werden, was de degeneratie niet meer te vinden. De grens lag dus in het gedeelte van de pedunculus cerebri, waar wel al 6μ vezels optraden, maar nog geen 8μ vezels aanwezig waren.

Aap 415. De ablatie had het dorsale deel van area 4 op de convexiteit met een gedeelte van area 6 weggenomen. Degeneratie in de pedunculus cerebri was ook hier in het middengebied en in een gedeelte van de overgang naar het mediale gebied te vinden. Hij strekte zich iets verder mediaalwaarts uit dan bij aap 404, maar liet een gedeelte van het gebied, waarin vezels van 6μ te vinden zijn, vrij. Het laterale gebied was niet gedegenereerd.

Aap 431. De ablatie betrof het gehele oppervlak van area 4 op de convexiteit en een gedeelte van area 6. De beschadiging van de cortex bleef hoofdzakelijk beperkt tot de top van de gyrus centralis anterior. De degeneratie, eveneens in het middengebied van de

[1]) Onder centrale cortex wordt verstaan de cortex van de gyrus centralis anterior.

pedunculus cerebri, was geringer dan in de bovenbeschreven gevallen; in het laterale gebied, op de grens van het middengebied, lagen enkele gedegenereerde vezels. De degeneratie in het mediale gebied was eveneens gering en beperkt tot enkele vezelgroepjes.

Bij enkele apen werden grotere ablaties verricht, die zich uitstrekten over de frontale en centrale (429) of over de frontale, centrale en parietale cortex (430).

Aap 429. De cortex was gelaedeerd in het gebied tussen de sulcus centralis en de sulcus arcuatus; de gyrus postcentralis was dorsaal beschadigd. In de pedunculus cerebri werd een degeneratie gevonden, die zich uitstrekte over het gehele middengebied, terwijl ook het aangrenzende deel van het mediale gebied was gedegenereerd. De overgang naar het laterale gebied bevatte hier meer gedegenereerde vezels dan in de apen 404, 405 en 431; alle vezelgroepen waren door de degeneratie getroffen.

Aap 430. Bij de ablatie was de cortex verwijderd in een gebied, dat zich uitstrekte van het frontale einde van de sulcus arcuatus tot de sulcus lunatus. Hier werd de ablatie ventraal begrensd door de fossa Sylvii. Frontaal bleven de ventrale gedeelten van area 4, 6 en de cortex frontaal ervan, gespaard. De degeneratie in de pedunculus cerebri was in de drie gebieden zichtbaar. Voor het laterale gebied werd deze reeds besproken bij de parietale ablaties. De degeneratie in het mediale gebied strekte zich continu van de mediale punt van de pedunculus cerebri tot in het middengebied uit. Alle vezelsoorten werden door de degeneratie getroffen.

Samenvattend bleek de ablatie in area 4 vooral een degeneratie van het middengebied te geven. Alle vezelsoorten waren hier door de degeneratie getroffen. De vezels van 8μ en groter waren alle gedegenereerd, uitgezonderd bij aap 431 waar de degeneratie zeer gering was. De overige vezelsoorten degenereerden quantitatief minder naarmate ze een geringere diameter bezaten. Microscopisch zagen we geen grote vezels meer, terwijl de overgebleven dunne vezels nog in groepjes in het middengebied terug te vinden zijn. Behalve in het middengebied trad er ook degeneratie op in het overgangsgebied naar mediaal. Deze was quantitatief geringer en beperkte zich tot het gedeelte grenzende aan het middengebied; de intensiteit was lateraal groter en nam mediaalwaarts snel af. Het karakter van de degeneratie was gelijk aan dat van het middengebied. Ook lateraal van het middengebied trad enige degeneratie op; deze was echter zeer gering en beperkte zich tot de gezichtsvelden, die direct aan het middengebied grensden. Bij geen der tot nu toe beschreven ablaties waren alle vezels gedegenereerd, dikwijls bleven een groot aantal, vooral dunne vezels, gespaard; nooit was ook maar het geringste deel van de pedunculus cerebri beroofd van al zijn vezels.

C. Conclusies.

De pedunculus cerebri werd op grond van het gevonden vezelpatroon verdeeld in drie gebieden. Deze komen, wat betreft hun

plaats in de pedunculus cerebri, overeen met de in de literatuur reeds door Déjerine (1900) aangegeven verdeling van de pedunculus cerebri in een mediale fronto-pontine (Arnold), laterale temporo-pontine (Türck) en in het midden gelegen pyramidebaan.

Ablaties in het frontale, het centrale, het parietale en het parieto- en temporo-occipitale cortexgebied gaven een degeneratie, die zich in de pedunculus cerebri van mediaal naar lateraal verplaatste. Hierbij bleek, dat frontale ablaties degeneratie in het mediale gebied, centrale ablaties degeneratie in het middengebied en parietale ablaties degeneratie in het laterale gebied van de pedunculus cerebri veroorzaakten. Over het occipitale deel van de temporale schors kan niets met zekerheid meegedeeld worden, omdat ablaties in dat gedeelte van de cortex ontbreken, terwijl de overige temporale en de occipitale ablaties geen veranderingen in de pedunculus cerebri teweeg brachten. Het blijkt, dat de localisatie van de corticofugale vezels, zoals deze op grond van de veranderingen in het vezelpatroon gevonden wordt, overeenkomt met een localisatie, zoals deze aangegeven kan worden door omgrenzing van het gebied met gedegenereerde vezels in het microscopische praeparaat. *Belangrijk is het op te merken, dat de corticofugale verbindingen van de cortex cerebri met de distale subcorticale kernen, die in de pedunculus cerebri lopen, in hun gehele loop door de pedunculus cerebri gekenmerkt zijn door een bepaald vezelpatroon, zodat zij op grond van hun patroon herkend en gevolgd kunnen worden.* Hierbij is het dus tevens nog mogelijk een onderscheid te maken tussen de corticofugale verbindingen van de verschillende cortex-gebieden, die elk door bepaalde vezelverhoudingen gekenmerkt zijn (mediale, midden- en laterale gebied). Een onderscheid tussen corticofugale verbindingen uit een bepaald cortexgebied met de pons en corticofugale verbindingen met kernen in de medulla oblongata en de medulla spinalis is in de pedunculus cerebri niet mogelijk.

In tegenstelling tot de meeste mededelingen in de literatuur omtrent de oorsprong van de drie delen van de pedunculus cerebri, die gewoonlijk in beperkte schorsgebieden wordt gelocaliseerd, bleek bij de beschreven experimenten, dat op één uitzondering na, beperkte ablaties nooit een duidelijke degeneratie in de pedunculus cerebri gaven. Alleen ablatie van area 4 gaf een duidelijke, nogal scherp omschreven degeneratie van flinke intensiteit. Alle andere beperkte ablaties veroorzaakten een vaag begrensde degeneratie van geringe sterkte. Het was niet mogelijk een min of meer omschreven gebied nagenoeg vrij van axonen te krijgen. *Hieruit moet geconcludeerd worden, dat de vezels van de pedunculus cerebri uit een zeer groot cortexgebied komen en dat alle delen van dit gebied, area 4 uitgezonderd, ieder slechts een betrekkelijk gering aantal vezels geven. Vermoedelijk strekt dit oorsprongsgebied zich uit over bijna de gehele cortex der convexiteit van uiterst frontaal tot aan de gyrus angularis en om de fossa Sylvii tot aan de*

temporale gebieden in engere zin (zie plaat IV A). Omtrent de uitbreiding over de mediale, de basale en de orbitale cortex is nog niets bekend. Het mag als vaststaande worden aangenomen, dat daarin geen gebieden zijn, die een groot aantal vezels naar de pedunculus cerebri sturen, omdat grote ablaties aan de convexiteit immers een betrekkelijk sterke ononderbroken degeneratie over de gehele pedunculus cerebri kunnen geven.

Wat betreft de oorsprong van vezels van verschillend kaliber kan geconcludeerd worden, dat ook wat dit betreft, er geen gebieden zijn, waar vezels van een bepaalde grootte bij uitstek vandaan komen, area 4 uitgezonderd. De constante samenstelling van het middengebied van de pedunculus cerebri, dat hoofdzakelijk uit area 4 der schors komt, doet vermoeden, dat ieder schorsgebied vezels van bepaalde dikten in een bepaalde verhouding geeft. Uit de ablaties bleek, dat vrijwel in ieder geval vezels van alle dikten degenereerden, uitgezonderd misschien de diksten bij de meest frontaal gelegen ablaties. Maar de verhoudingen van de doorsneden der gedegenereerde vezels veranderden met de plaats der ablaties. Zo degenereerden er voornamelijk dunne vezels bij frontale ablaties en namen de gedegenereerde vezels van grotere dikte in aantal toe, wanneer de ablaties dichter bij de motorische schorszone waren gelegen. In het mediale gebied van de pedunculus cerebri echter zijn geen zones te vinden met constante vezelsamenstelling, ofschoon we vermoeden, dat het vezelcontingenten krijgt uit diverse areae ieder met een constante cyto-architectuur. De oorzaak hiervan moet gezocht worden in het over elkaar vallen van vezelcontingenten van de verschillende areae der frontale lob: ieder met een betrekkelijk constante cyto-architectuur en dus misschien een vezelcontingent van constante samenstelling bijdragend. Ook de degeneratie in de overgangszone tussen het middengebied en het mediale gebied, bij ablatie van area 4, zal wel grotendeels door dit over elkaar vallen moeten worden verklaard. Dat een bepaalde area vezels van slechts een bepaald kaliber zou bijdragen, lijkt onwaarschijnlijk, omdat bijna overal in de pedunculus cerebri de kalibers sterk gemengd zijn.

Voor het laterale gebied van de pedunculus cerebri geldt in principe hetzelfde als voor het mediale, alleen in veel minder sterke mate. Hier verandert het vezelpatroon maar heel weinig van mediaal naar lateraal en zullen dus de verschillen tussen de contingenten, door de verschillende areae afgegeven, veel geringer zijn dan bij het mediale gebied. Iets bijzonders van het laterale gebied is de scherpe grens met het middengebied. Deze scherpe grens doet vermoeden, dat er bij de overgang van het oorsprongsareaal van het middengebied naar dat van het laterale gebied, een plotselinge grote verandering van de cyto-architectuur voorkomt.

De grens tussen het middengebied en het mediale gebied is nauwelijks te trekken, omdat de overgang geleidelijk is; ofschoon de verschillen in vezelsamenstelling tussen het middengebied en de

uiterste punt van het mediale gebied zeer groot zijn. Hetzelfde zien we in de schors van de cortex frontaal van de sulcus centralis, waar area 6 (agranularis) een overgang vormt tussen area 4, waar grote gangliencellen het meest in het oog vallen en de granulaire prefrontale schorsgebieden, waar kleine gangliencellen zeer talrijk zijn. Wellicht is de scherpe grens tussen area 4 en de areae 1, 2 en 3, die vaak in de diepte van de sulcus centralis heel duidelijk is, een symbool van de scherpe grens tussen het midden- en het laterale gebied van de pedunculus cerebri, zo niet de oorzaak. Zolang er nog niets bekend is van het patroon van de efferente vezels van een bepaalde schorsarea is hierover nog niets zeker te zeggen.

Het lijkt een verkeerde vraagstelling te willen weten uit welke area of areae de baan van Arnold of die van Türck, ontspringt, omdat de in de vraag veronderstelde beperkte oorsprongsgebieden niet bestaan. Wij zijn nog wel gerechtigd die van Arnold de frontopontine te noemen, omdat hij ontspringt in de schors frontaal van de sulcus centralis. Dat de baan van Türck niet meer als de temporo-pontine kan worden beschouwd, is wel heel duidelijk geworden, maar een andere eenvoudige benaming, die zijn oorsprong doet uitkomen, is er nog niet voor te geven.

Waarschijnlijk zal het op den duur blijken, dat de gehele pedunculus cerebri ontspringt uit een aaneengesloten groot schorsgebied, dat om de fossa Sylvii heen gelegen is. Hierin zullen geen bepaalde kleine gebieden zijn aan te wijzen, die de oorsprong van een groot stuk van de pedunculus cerebri zijn, de motorische schors uitgezonderd. Misschien zal er wel een bepaalde topographische rangschikking van schorsvelden zijn te vinden, die overeenkomt met een dergelijke in de pedunculus cerebri, het principe der overdekking daarbij in het oog houdende.

Dat de motorische area relatief de meeste vezels geeft, komt misschien doordat bijna alle cortico-spinale vezels er ook vandaan komen. Misschien zou deze apartheid nagenoeg wegvallen, als we de cortico-spinale vezels uit de pedunculus cerebri konden elimineren. We zouden dan misschien bemerken, dat het gehele schorsgebied vrijwel gelijkmatig aan de vorming van de pedunculus cerebri en het cortico-pontine stelsel meedoet. Het is zeker, dat de meeste dikke vezels van de pedunculus cerebri in de medullaire pyramide terecht komen bij de Macaca ira (Verhaart 1948) en dat het middengebied veel van zijn opvallendheid zou verliezen als het cortico-spinale stelsel eruit weg zou zijn. Wij zouden dan misschien zeggen: de windingen van de convexiteit vormen op een gelijkmatige wijze het cortico-pontine stelsel en bovendien vormt de motorische schors, met in veel mindere mate zijn omgeving, het cortico-spinale stelsel. De apartheid van de motorische schors zou dan liggen in zijn betrekking met het cortico-spinale en niet met het cortico-pontine stelsel. Maar voor de kennis van de vezelsamenstelling van de pedunculus cerebri hebben deze beschouwingen maar secundair belang.

HOOFDSTUK IV

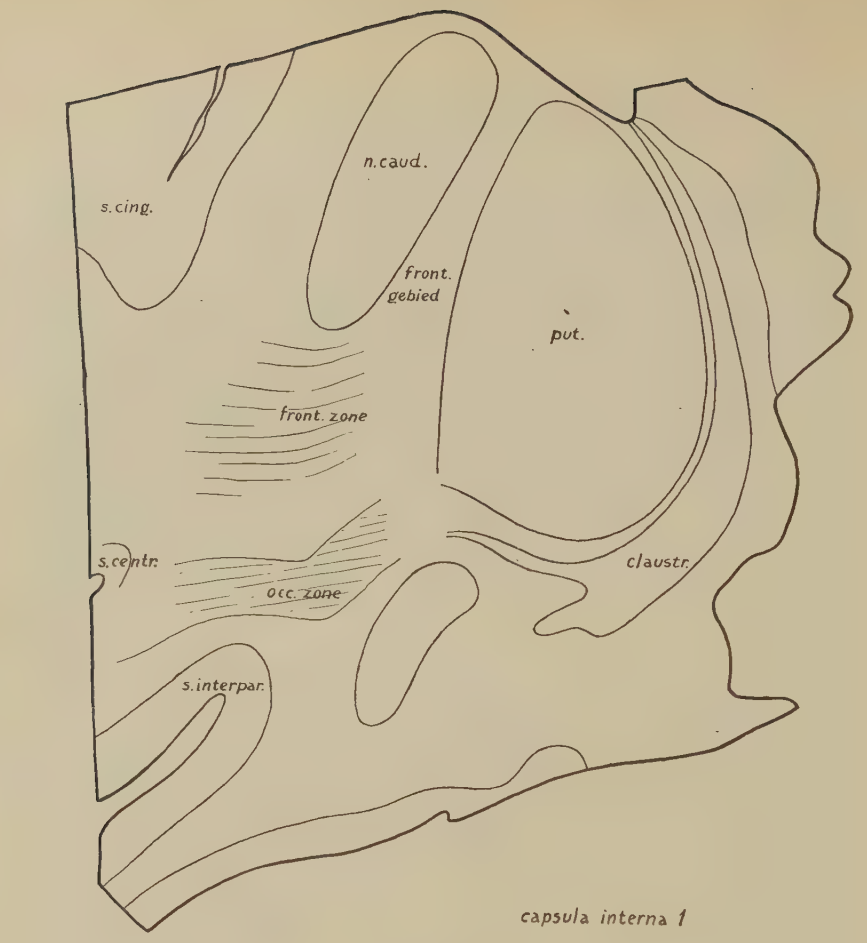
DE VEZELSTRUCTUUR VAN DE CAPSULA INTERNA.

Het vezelpatroon van de capsula interna werd bestudeerd in coupes, die verkregen waren door de hemispheer te snijden volgens de zogenaamde *„capsula interna-snede"*. Deze snede (aangegeven door Verhaart in 1950) ligt in een vlak, dat loodrecht staat op het centrale gedeelte van de capsula interna en dat tussen het verticale, horizontale en sagitale vlak ligt (zie plaat I. II, III en IV B). *Het voordeel van deze snijrichting is, dat het grootste gedeelte van de vezels in de capsula interna loodrecht getroffen wordt, evenals de meeste vezels in de thalamus, het putamen, de nucleus caudatus en proximaal in de globus pallidus.* Een uitzondering maakt het uiterst frontale deel van de capsula interna, waar de vezels enigszins schuin getroffen zijn. Ook de corona radiata, de gezichtsstraling en het kamsysteem (de pallidofugale vezels) worden niet loodrecht getroffen.

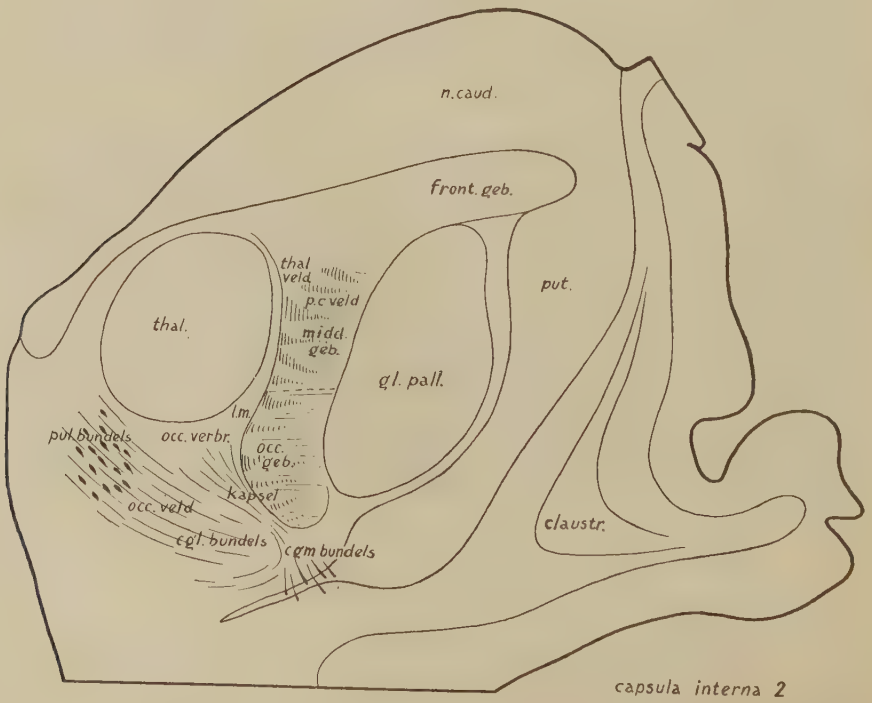
De hemispheer werd volgens de capsula interna-snede in vier plakken gesneden, waarmee de capsula interna in vier niveaux, van distaal naar proximaal genoemd Ci 4, 3, 2 en 1, verdeeld was. De verdeling van de capsula interna in deze vier niveaux was min of meer willekeurig en werd ter wille van de beschrijving gemaakt. Onder proximaal wordt verstaan het gedeelte van de capsula interna, dat het meest nabij de cortex ligt; onder distaal het gedeelte, dat het verst ervan verwijderd is.

Tot capsula interna 1 worden gerekend de coupes, waarin de nucleus caudatus en het putamen met de capsula interna zichtbaar zijn; capsula interna 2 omvat de coupes, die behalve de nucleus caudatus en het putamen ook de thalamus en de globus pallidus bevatten. In capsula interna 3 verschijnt het corpus geniculatum laterale, capsula interna 4 wordt gekenmerkt door het kamsysteem, dat de capsula interna op dit niveau doorkruist.

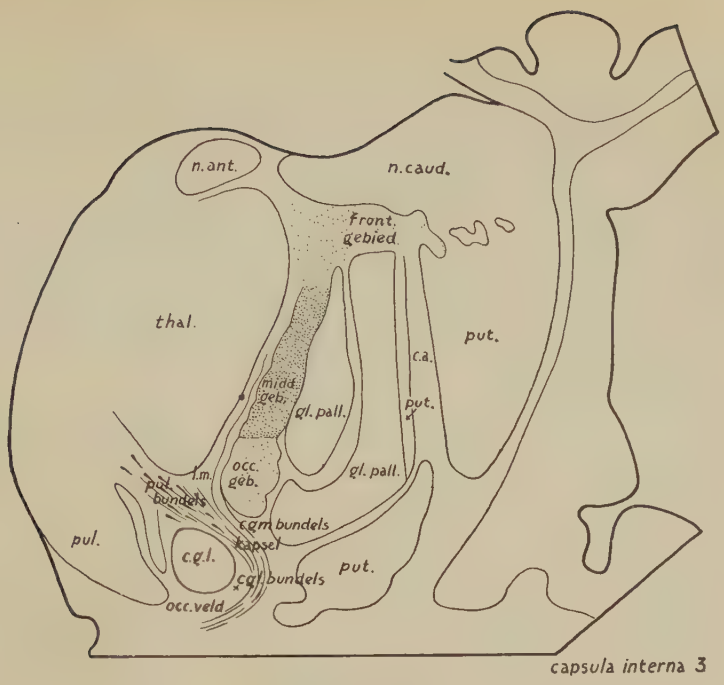
Capsula interna 4 (Plaat VII A en figuur 5). De doorsnede van de capsula interna heeft in dit niveau een enigszins gebogen vorm en wordt aan de mediale zijde begrensd door het corpus Luysi en de bundel van Forel. Lateraal wordt de begrenzing gevormd door de globus pallidus en de tractus opticus, occipitaal door het corpus geniculatum laterale en frontaal door de hypothalamus. De globus pallidus bevat in dit niveau hoofdzakelijk pallidofugale vezels (Verhaart 1950), die gedeeltelijk dwars getroffen zijn. Men kan deze vezels door de gehele capsula interna in dit niveau van lateraal naar mediaal zien lopen. Hier omringen ze het corpus Luysi en verzamelen zich in de bundel van Forel, waarvan de vezels dwars getroffen zijn. Deze vezels zijn door hun aspect en afmetingen duidelijk als pallidofugale vezels te herkennen. In het

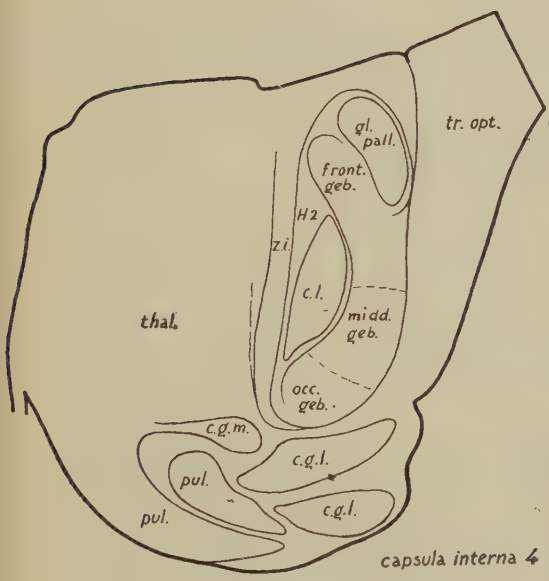


capsula interna 1



capsula interna 2





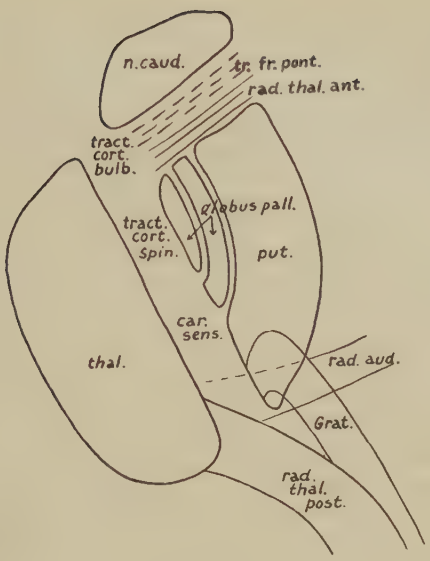
Figuur 5.

Schema's van de niveaux Ci 1, 2, 3 en 4. In de schema's is de ligging aangegeven van de besproken kernen en vezelgebieden in de verschillende niveaux, waarin de capsula interna door de capsula interna-snede verdeeld is.

c.a.	=	commissura anterior.
c.g.l.	=	corpus geniculatum laterale.
c.g.m.	=	corpus geniculatum mediale.
c.g.l. bundels	=	corpus geniculatum laterale bundels.
c.g.m. bundels	=	corpus geniculatum mediale bundels.
c.l.	=	corpus Luysi.
claustr.	=	claustrum.
front. geb.	=	het frontale gebied.
front. zone	=	de frontale zone.
gl. pall.	=	globus pallidus.
H2	=	bundel van Forel.
ins.	=	insula.
l.m.	=	lamina medullaris externa.
midd. geb.	=	het middengebied.
n. caud.	=	nucleus caudatus.
n. ant.	=	nucleus anterior.
occ. geb.	=	het occipitale gebied.
occ. veld	=	het occipitale veld.
occ. verbr.	=	de occipitale verbreding.
occ. zone	=	de occipitale zone.
pul.	=	pulvinar.
pul. bundels	=	pulvinar bundels.
put.	=	putamen.
p.c. veld	=	pedunculus cerebri veld.
s. cing.	=	sulcus cinguli.
s. centr.	=	sulcus centralis.
s. interpar.	=	sulcus interparietalis.
thal.	=	thalamus.
thal. veld	=	thalamus-veld.
tr. opt.	=	tractus opticus.
z.i.	=	zona incerta.

corpus Luysi en in de capsula interna aan de laterale zijde van het corpus bevinden zich ook vele dwars getroffen pallidofugale vezels. Ze liggen in de capsula interna in groepjes, waarin de vezeldiameter van 2—5μ variëert, waardoor ze duidelijk van de capsula interna-vezels te onderscheiden zijn. De pallidofugale vezels, die door het midden en occipitale gedeelte van de capsula interna lopen, begeven zich tussen deze en de tractus opticus in occipitale richting. Een gedeelte buigt dan af om door de capsula interna naar mediaal te gaan, een ander deel buigt om de occipitale pool van de capsula interna heen in frontale richting en loopt tussen de zona incerta en het corpus Luysi naar de bundel van Forel.

Mediaal van de zona incerta is de thalamus getroffen. Frontaal in dit gebied liggen kleine, dwars getroffen vezelbundels, waarvan het vezelpatroon overeenkomt met dat van het brachium conjunctivum. Behalve de vezelbundels van het brachium conjunctivum, zijn in de thalamus in dit niveau de dwars getroffen vezels van de lemniscus medialis en van het brachium colliculi inferior te herkennen. De lemniscus medialis sluit occipitaalwaarts op de brachium conjunctivum-bundels aan en ligt uitgespreid langs de zona incerta. Het brachium colliculi inferior ligt tussen het corpus geniculatum mediale en de lemniscus medialis. Daar de hier genoemde verbindingen niet verder ter sprake komen, kan volstaan worden met te vermelden, dat de verbindingen in de thalamus gelocaliseerd konden worden door de vezels in seriecoupes van uit het mesencephalon in de thalamus te volgen. Fronto-lateraal van de globus pallidus ligt de doorsnede van de commissura anterior, waarin de vezels overlangs getroffen zijn. De lateraal van de capsula interna liggende vezels van de tractus opticus zijn schuin getroffen en kunnen occipitaal tot in het corpus geniculatum laterale gevolgd worden. Het corpus geniculatum laterale is duidelijk door een kapsel van de capsula interna gescheiden. In dit niveau zijn de meeste vezels van de capsula interna dwars getroffen, met uitzondering van de in latero-mediale richting lopende pallidofugale vezels en de vezels uiterst frontaal in de capsula, die merendeels overlangs getroffen zijn. De dwars getroffen vezels vormen een gebied, waarin verschillende vezelpatronen onderscheiden kunnen worden. In het frontale gedeelte van de capsula is dit nogal moeilijk, omdat het vezelveld in kleine vezelgroepjes verdeeld is door de talrijke van lateraal naar mediaal lopende pallidofugale vezels en de vezels gedeeltelijk overlangs getroffen zijn. De capsula interna bevat behalve deze pallidofugale vezels nog andere vezelgroepen, die distaal van dit niveau in de pedunculus cerebri niet te vinden zijn. Deze vezels hebben een mergschede, die in het H ä g g q v i s t-praeparaat donkerpaars kleurt. Hun diameter is minder dan 1μ. Ze liggen altijd in groepjes bij elkaar en worden in dit niveau ook aangetroffen in de globus pallidus. Hun aantal is in de globus pallidus, in tegenstelling tot in de capsula interna, zeer gering. In de gehele capsula interna, maar vooral frontaal en occipitaal, liggen deze vezel-



FIGUUR 6

Overzicht van de samenstelling van de capsula interna en de ligging der naburige kernen, zoals in het algemeen in de literatuur wordt aangegeven.

car. sens.	=	„carrefour sensitif".
globus pall.	=	globus pallidus.
Grat.	=	bundel van Gratiolet.
n. caud.	=	nucleus caudatus.
put.	=	putamen.
rad. aud.	=	radiatio auditiva.
rad. thal. ant.	=	radiatio thalami anterior.
rad. thal. post.	=	radiatio thalami posterior.
thal.	=	thalamus.
tract. cort. bulb.	=	tractus cortico-bulbaris.
tract. cort. spin.	=	tractus cortico-spinalis.
tr. fr. pont.	=	tractus fronto-pontinus.

groepjes tussen die van de capsula interna-vezels. Zij behoren tot de striatofugale vezelgroepen (V e r h a a r t 1950).

De beschreven structuren blijven in het niveau Ci 4 van distaal naar proximaal zichtbaar; hoewel de onderlinge verhoudingen veranderen. De globus pallidus wordt proximaal groter, waarbij het aantal pallidofugale vezels afneemt en de striatofugale vezelbundels in aantal toenemen. Het corpus Luysi blijft duidelijk te zien en verdwijnt pas in het niveau Ci 3. De zona incerta verdwijnt geleidelijk en schijnt over te gaan in de lamina medullaris externa van de thalamus. Ook de bundel van Forel is proximaal niet meer terug te vinden.

Capsula interna 3 (Plaat VII B en figuur 5). In het niveau van Ci 3 verandert de vorm van de capsula interna van distaal naar proximaal. De enigszins gebogen figuur van het distale niveau gaat over in een meer langgerekte vorm, die occipitaal een verbreding vertoont en waaraan frontaal, in het proximale gedeelte van het niveau, een naar lateraal gerichte uitloper verschijnt. Hier zijn dus het crus posterior, het genu en het crus anterior te onderscheiden. Aan de laterale zijde van de capsula interna wordt de globus pallidus groter en verdwijnt de tractus opticus uit het beeld. Behalve de globus pallidus vinden we er nu ook het putamen. Aanvankelijk grenst het alleen uiterst occipitaal en frontaal, waar het met de nucleus caudatus verbonden is, aan de capsula interna. Proximaal scheidt het crus anterior de nucleus caudatus en het putamen. Distaal, waar het crus anterior nog niet te vinden is, wordt de frontale begrenzing door de hypothalamus vervangen door de nucleus caudatus en het putamen, die hier met elkaar verbonden zijn. De occipitale grens blijft het corpus geniculatum laterale, dat door een kapsel van de capsula interna gescheiden is. In de proximale gedeelten van het niveau wordt het celgebied van het corpus geniculatum laterale kleiner en vinden we een veld van vooral dwars getroffen vezels om het celgebied heen. Het vezelgebied, dat meer vezels omvat naarmate het celgebied kleiner wordt, blijft evenals het corpus geniculatum laterale gescheiden van de capsula interna. Mediaal vormt het één geheel met het vezelgebied in de occipitale verbreding van de lamina medullaris externa van de thalamus.

In de capsula interna zijn de vezels in het crus posterior dwars getroffen, terwijl in het crus anterior het gebied, waar de vezels overlangs getroffen zijn, in proximale richting groter wordt en proximaal in Ci 3 vrijwel het gehele crus anterior inneemt. Alleen in het genu en de aangrenzende gedeelten van het crus anterior vinden wij nog velden met dwars getroffen vezels. In het aan het crus posterior grenzende deel van de thalamus zijn een groot aantal vezels verzameld in kleine bundeltjes, die dwars getroffen zijn. Tussen thalamus en capsula interna kon nog een vezelgebied (in de literatuur bekend als „Lamina medullaris externa thalami") onderscheiden worden, dat distaal in het niveau Ci 3 zichtbaar wordt en proximaal in grootte toeneemt. Doordat in het genoemde gebied de vezels in kleine en grote velden verspreid liggen tussen kleine celgebieden, ontstaat een netvormige structuur in samenhang met het celgebied van de thalamus.

Evenals in het niveau Ci 4, treft men hier voornamelijk frontaal en occipitaal striatofugale vezelgroepjes aan tussen de vezels van de capsula interna. Frontaal worden ze vooral gezien langs de weefselbruggen tussen de nucleus caudatus en het putamen. Occipitaal liggen ze in de verbreding van de capsula interna en tegen de kapsel die de capsula interna en de gezichtsstraling scheidt. Behalve in de capsula interna kan men deze striatofugale vezels ook aantreffen in de nucleus caudatus, het putamen, de globus pallidus

en de vezellaag tussen het putamen en de globus pallidus. Vooral in de globus pallidus is, vergeleken met Ci 4, het aantal van deze vezelbosjes sterk toegenomen, terwijl het aantal pallidofugale vezels is afgenomen. In het distale deel van het niveau lopen nog enkele pallidofugale vezelbundels occipitaal door de capsula interna.

Capsula interna 2 (Plaat VIII A en figuur 5). In het niveau Ci 2 wordt het corpus geniculatum laterale niet meer in de coupe aangetroffen, terwijl de thalamus en de globus pallidus proximaal in het niveau snel kleiner worden. Proximaal, waar de globus pallidus niet meer in de coupe ligt, concentreert zich een groot aantal striatofugale vezelbosjes op de plaats waar de globus pallidus verdwijnt. Deze vezelbosjes zijn in dit niveau ook in de nucleus caudatus, het putamen en het crus anterior nog te onderscheiden, hoewel hun aantal proximaal snel afneemt. De kapsel, die distaal het vezelgebied van de capsula interna scheidde van het vezelgebied, dat om het corpus geniculatum laterale ontstond, verdwijnt proximaal in het niveau Ci 2. De vezels occipitaal in de capsula interna en vezels van het laatstgenoemde gebied worden nu voornamelijk overlangs getroffen, zodat de vezelpatronen, die distaal in deze gebieden onderscheiden konden worden, niet altijd meer te herkennen zijn. Ook in het crus anterior zijn de vezels overlangs getroffen en is het niet mogelijk vezelpatronen te onderscheiden. De vezels in het frontale gedeelte van het crus posterior en het aangrenzende gedeelte van de thalamus en de lamina medullaris externa blijven in dit niveau nog dwars getroffen. Hier zijn ook mediaal in de thalamus dwars getroffen vezels te vinden, die in kleinere en grotere bundels verzameld zijn. Frontaal stralen in de thalamus een groot aantal overlangs getroffen vezels uit.

Capsula interna 1 (Figuur 5). In het niveau Ci 1 is het crus anterior nog te onderscheiden als een vezelgebied met overlangs getroffen vezels, frontaal tussen de nucleus caudatus en het putamen. Het crus posterior daarentegen is niet meer terug te vinden, daar de thalamus in dit niveau niet in de coupe getroffen wordt. In plaats van de thalamus is mediaal de nucleus caudatus te vinden. Tussen de nucleus caudatus en het putamen is een vezelveld te onderscheiden, waar de vezels dwars getroffen zijn. Proximaal neemt de oppervlakte van dit gebied af, doordat occipitaal het aantal overlangs getroffen bundels toeneemt. Evenals de nucleus caudatus en het putamen verdwijnt dit gebied met dwars getroffen vezels proximaal uit de coupe, die dan in het centrum semi-ovale ligt en daar de vezels in alle richtingen treft. In dit niveau zijn alleen distaal nog enkele striatofugale vezelbosjes in de nucleus caudatus en het putamen te onderscheiden.

Het vezelbeeld van de capsula interna, dat in bovenbeschreven niveaux in grote lijnen, vooral in verhouding tot de omgevende structuren, werd beschreven, zal nu nauwkeuriger bezien worden. Hierbij zal nagegaan worden of in de capsula interna, evenals in

de pedunculus cerebri, een onderscheiding van verschillende vezelpatronen mogelijk is en of de oorsprong en de bestemming van de vezels in deze patronen aangegeven kunnen worden. De striato- en pallidofugale vezels zullen hier echter niet bij besproken worden.

A. De vezelstructuur van de normale capsula interna.

Capsula interna 1. Direct onder de cortex cerebri is nog geen vezelpatroon te herkennen, de vezelbundels lopen door elkaar en zijn in alle richtingen getroffen. De corticofugale en corticopetale vezels, die verspreid uit de cortex komen en erin gaan, zijn proximaal van de capsula interna in de corona radiata verzameld; hier begint zich het vezelpatroon van de capsula interna te vormen. Door de enigszins gebogen vorm van de corona radiata, waarvan de frontale en occipitale pool ventraal van het centrale gedeelte liggen, is het niet mogelijk dit begin in één coupe te treffen. Aangezien de coupe in het vlak loodrecht op het centrale gedeelte van de capsula interna ligt, zal dit deel het eerste als een zone met een bepaald vezelpatroon te onderscheiden zijn. In de meer caudale niveaux sluiten het frontale en occipitale gedeelte zich bij het centrale deel aan.

In de coupes, waarin de nucleus caudatus verschijnt, wordt het centrale deel van de capsula interna zichtbaar als een langgerekte zone van dwars getroffen dikke en dunne vezels, die occipitaal van de nucleus caudatus ligt (figuur 5 A). Van de cortex om de sulcus centralis lopen overlangs getroffen bundels van dikke en dunne vezels naar dit gebied. In dit gebied, waarin een groot aantal dikke vezels het beeld kenmerken, kan occipitaal en frontaal een veld met verschillend vezelpatroon onderscheiden worden (plaat XI). Het patroon van de occipitaal gelegen vezelgroepen kenmerkt zich, in verhouding tot dat der frontale, door een groter aantal vezels van 1μ en 2μ en een kleiner aantal vezels in de groep van ± 6μ. Deze gebieden zijn in meer proximale coupes van het niveau Ci 1 gescheiden door het subcorticale vezelgebied van de sulcus centralis. In distale richting verdwijnt dit gebied en gaan de *occipitale* en *frontale area* van de zone met dikke vezels in elkaar over. Zolang de frontale en de occipitale area nog van elkaar gescheiden zijn, ziet men de eerste samenhangen met de overlangs getroffen bundels uit de gyrus praecentralis en de tweede met de bundels uit de gyrus postcentralis. Zij zijn dus respectievelijk uit de gyrus centralis anterior en de gyrus centralis posterior afkomstig, of gaan erheen.

Occipitaal van de zone met dikke vezels treffen wij in het proximale gedeelte van het niveau Ci 1 het subcorticale vezelgebied van de sulcus interparietalis aan. In distale richting sluit zich een zone met zeer onregelmatige, vooral overlangs getroffen vezelbundels, die waarschijnlijk uit de cortex occipitaal van de gyrus

postcentralis komen, bij de occipitale area van dikke vezels aan. Het aantal dikke vezels in deze bundels lijkt geringer dan in die van de occipitale area. Frontaal van de zone der dikke vezels is proximaal in het niveau Ci 1, tussen de nucleus caudatus en het putamen, nog geen vezelpatroon te onderscheiden. In distale richting zien we tussen de beide kernen een gebied met overwegend dunne vezels ontstaan (*het frontale gebied*). Hoewel de vezels overlangs getroffen zijn, kan toch opgemerkt worden, dat het vezelpatroon van dit gebied geleidelijk van frontaal naar occipitaal verandert, doordat in occipitale richting het aantal dunne vezels af en het aantal zowel als de diameter van de dikke vezels toeneemt. Het frontale gebied tussen de nucleus caudatus en het putamen gaat op deze wijze geleidelijk in het frontale deel van de zone met dikke vezels over. Een overeenkomstig beeld troffen wij aan in de pedunculus cerebri, waar ook een geleidelijke overgang tussen het mediale en het middengebied gevonden werd.

Capsula interna 2 (Plaat VIII A). In het niveau Ci 2 wordt de thalamus getroffen in de coupe, zodat de vezels van de capsula interna gevonden worden tussen de nucleus caudatus en het putamen in het crus anterior en tussen de thalamus en de nucleus lentiformis in het crus posterior. Vooral proximaal in het niveau zijn de vezels in het crus anterior en in het occipitale gedeelte van het crus posterior nog overlangs getroffen. Toch lijken frontaal in het crus anterior overwegend vezels van 1μ aanwezig te zijn, terwijl meer occipitaal het aantal en de diameter der dikke vezels toenemen. Ook in het vezelgebied van het genu, waar de vezels wel dwars getroffen zijn, is deze geleidelijke verandering van het vezelpatroon in occipitale richting op te merken. Het gebied dat eigenschappen vertoont, die overeenkomen met die van het frontale gebied in Ci 1, wordt dus in het niveau Ci 2 ook als het frontale gebied onderscheiden. Hieraan grenzende in het crus posterior, waar de vezels dwars getroffen zijn, kunnen twee areae met elk een kenmerkend vezelpatroon onderscheiden worden (plaat VIII C). De vezelverhoudingen van elke area variëren overal binnen dezelfde grenzen, zodat het vezelpatroon van elke area constant is. De vezels uit de frontale area van het gebied met dikke vezels in het niveau Ci 1 zijn namelijk, zoals later blijken zal, nu in de twee genoemde areae gescheiden. Het vezelpatroon van de eerste, die zich langs de thalamus en in smalle banen van de thalamus naar de nucleus lentiformis uitstrekt, verschilt van het vezelpatroon van de tweede, doordat het aantal dunne en middeldikke vezels groter, het aantal en de diameter der dikke vezels kleiner is (plaat VIII D). Het vezelpatroon van de tweede area blijkt bij tellen dezelfde vezelverhoudingen te tonen als het vezelpatroon van het middengebied van de pedunculus cerebri. In het distale gedeelte van het niveau Ci 2 neemt de oppervlakte van de eerste area af; overigens blijven de vezelverhoudingen in beide constant. Samen vormen zij *het middengebied* in dit niveau van de capsula

interna. Dit grenst frontaal aan het vezelgebied waarin een geleidelijke verandering in het vezelpatroon werd opgemerkt (het frontale gebied), occipitaal aan het vezelgebied waarin de vezels nog voornamelijk overlangs getroffen zijn. In de proximale gedeelten van het niveau Ci 2 kunnen de occipitale overlangs getroffen bundels gevolgd worden tot in een vezelveld occipitaal van de thalamus.

Het vezelpatroon van de velden occipitaal van dit middengebied verandert in occipitale richting door een vermeerdering der dunne en een vermindering in aantal en diameter der dikke vezels. Het vezelpatroon van deze velden verschilt van beide boven beschreven areae in het crus posterior. Ten opzichte van de area gelijkende op het middengebied van de pedunculus cerebri bestaat het verschil in een geringer aantal dikke vezels en het ontbreken van de vezels met een diameter groter dan 8μ, ten opzichte van de andere area is het verschil gelegen in een geringer aantal dunne vezels.

In dit occipitaal aan het middengebied grenzende vezelveld, dat als *het occipitale gebied* onderscheiden werd, konden evenmin als in het frontale gebied, de eigenschappen van het vezelpatroon nauwkeurig aangegeven worden, daar een groot aantal van de vezels nog overlangs getroffen is. De vezels uit de occipitale area van het gebied met dikke vezels in het niveau Ci 1, evenals de vezels, die zich hier occipitaal bij aansluiten, zijn zoals later blijken zal bij de bespreking der ablatie-resultaten, in het occipitale gebied te volgen.

De vezelbundels in het occipitale gebied worden occipitaal begrensd door een vezelveld (*het occipitale veld*), waarin zich een aantal overlangs getroffen bundels verzamelen, die in occipitofrontale richting het veld binnenkomen en daar met een nagenoeg rechte hoek in ventro-laterale richting ombuigen. De bundels, die in deze richting lopen, zijn in de proximale gedeelten van het niveau slechts over een korte afstand zichtbaar. Distaal in het niveau vormen ze een vezelveld, waarvan de overlangs getroffen bundels over een grote afstand van mediaal naar lateraal in de coupe te volgen zijn (plaat VIII B). Tussen deze vezels zijn overlangs en dwarsgetroffen bundels met dunne paars gekleurde vezels zichtbaar. Het onderscheid met de paarse striatofugale vezels ligt in de diameter, die van deze vezels groter is en de kleur van de myelineschede, die in het Häggqvist-praeparaat bij deze vezeltjes donkerder is (plaat X A). De bundels zijn in het laterale gedeelte van het veld overlangs, in het mediale deel daarentegen meestal dwars getroffen. In de distale gedeelten van het niveau, waar occipitaal van de thalamus het pulvinar zichtbaar wordt, verdwijnen de bundels met dunne vezels uit het laterale gedeelte van het veld; mediaal langs het pulvinar blijven ze nog zichtbaar. In deze gedeelten van het niveau zijn de aanvankelijk overlangs getroffen bundels, die van occipitaal het veld binnenkwa-

men, lateraal dikwijls dwars getroffen. Ze onderscheiden zich van de bundels dunne vezels door hun samenstelling uit hoofdzakelijk middeldikke en dunne vezels in ongeveer gelijke verhoudingen (plaat VII E). In de proximale gedeelten van het niveau Ci 2 is dit occipitale veld niet gescheiden van het occipitale gebied van het crus posterior. Distaalwaarts ontstaat een kapsel tussen beide, die gevormd wordt door overlangs getroffen vezelbundels, die zich van uit het gebied occipitaal van de nucleus lentiformis en gedeeltelijk ook door de occipitale punt van het putamen, tussen het occipitale gebied en het occipitale veld verzamelen (plaat VIII B). In het niveau, waarin deze kapsel ontstaat, voegen zich een aantal overlangs getroffen vezelbundels, die ventro-lateraal van de nucleus lentiformis te volgen zijn, bij het crus posterior van de capsula interna.

In het crus anterior, genu en crus posterior waren dus verschillende gebieden op grond van hun vezelpatroon te onderscheiden. Het frontale gebied met een in fronto-occipitale richting veranderend vezelpatroon in het crus anterior en genu, het middengebied, bestaande uit twee areae met verschillend vezelpatroon en het occipitale gebied, waarin het vezelpatroon geleidelijk verandert, doordat in occipitale richting het aantal dikke vezels afneemt en het aantal dunne vezels toeneemt, in het crus posterior.

Behalve de capsula interna vinden we dus in dit distale gedeelte van het niveau Ci 2 in het occipitale veld twee vezelgebieden, namelijk gedeeltelijk dwars, gedeeltelijk overlangs getroffen bundels, die wij van occipitaal het veld zagen binnentreden in de meer proximaal gelegen coupes en de bundels dunne vezels, die in het aan het pulvinar grenzende gedeelte van het veld liggen. Frontaal verandert het vezelpatroon van de bundels dunne vezels waar in de hoek tussen pulvinar en het overige deel van de thalamus het occipitale veld overgaat in het vezelveld van de occipitale verbreding der lamina medullaris. Het aantal en de diameter van de dikkere vezels nemen toe en het vezelpatroon gaat geleidelijk in dat van de vezelvelden in het occipitale gedeelte van de lamina medullaris over.

In Ci 2 bestaat het occipitale gedeelte van het crus posterior (*het occipitale gebied*) dus hoofdzakelijk uit overlangs getroffen vezelbundels, met vooral frontaal enkele dwars getroffen vezelvelden. In het distale gedeelte wordt occipitaal het crus posterior vergroot door van ventro-lateraal zich aansluitende overlangs getroffen vezelbundels. In dit niveau ontwikkelt zich een scheiding tussen het occipitale vezelveld en het crus posterior van de capsula interna.

Capsula interna 3. Het crus anterior wordt in dit niveau snel kleiner en is in het distale gedeelte niet meer te vinden. Proximaal waar het crus anterior nog te herkennen is, zijn de vezels in het crus evenals de vezels, die van uit het crus anterior in de thalamus

uitstralen, voornamelijk overlangs getroffen. In het dwars getroffen vezelveld van het crus anterior en het genu vinden wij de geleidelijke verandering van het vezelpatroon, zoals in het niveau Ci 2 werd beschreven. Het vezelgebied van het crus anterior wordt hier nu, evenals in Ci 2 als het frontale gebied onderscheiden. Distaalwaarts, waar het crus anterior niet meer te vinden is, verdwijnen de overlangs getroffen bundels, die vanuit de capsula interna in de thalamus stralen en sluit het frontale gebied bij het crus posterior aan. In het proximale gedeelte van het niveau ligt reeds een gedeelte van het frontale gebied in het crus posterior. In het distale gedeelte van het niveau gaat het vezelpatroon van het frontale gebied geleidelijk in het patroon van het middengebied van het crus posterior over. In het proximale gedeelte zijn in het crus posterior nog de twee areae terug te vinden, die in het niveau Ci 2 samen als middengebied onderscheiden werden. Distaalwaarts in Ci 3 verdwijnt de area, die langs de thalamus en in smalle banen tussen de thalamus en de nucleus lentiformis lag en blijft die met het vezelpatroon van het middengebied van de pedunculus cerebri over. Deze area blijft in de capsula interna verder onderscheiden als middengebied.

De vezels occipitaal van het middengebied zijn verdeeld over twee door een kapsel gescheiden gebieden, die evenals in het niveau Ci 2 onderscheiden worden als het occipitale gebied en het occipitale veld (plaat VII B). In het occipitale gebied nemen de overlangs getroffen bundels snel in aantal af en de dwars getroffen vezelvelden in aantal toe. In het proximale gedeelte van Ci 3 is het, door de sterk wisselende verhouding van overlangs en dwars getroffen vezelvelden, niet mogelijk een bepaald vezelpatroon aan te geven. Distaal echter onderscheiden zich twee areae met verschillend patroon (plaat X C). De eerste, die het grootste deel van de oppervlakte van het occipitale gebied inneemt, heeft een vezelpatroon, dat nauwkeurig met dat van het laterale gebied van de pedunculus cerebri overeenkomt. Het patroon van de tweede area, die vooral frontaal in smalle banen tussen de eerste verspreid ligt, verschilt hiervan door een groter aantal dikke en middeldikke vezels en een kleiner aantal dunne vezels. In het distale gedeelte van Ci 3 verdwijnt deze laatste area uit de capsula interna en blijft occipitaal de area met een patroon gelijk aan dat van het laterale gebied van de pedunculus cerebri over.

Distaal in Ci 3 treffen wij dus occipitaal een gebied aan, dat met het laterale gebied van de pedunculus cerebri overeenkomt, niet alleen wat betreft het vezelpatroon, maar zoals telling aantoonde, ook wat betreft het totale vezelaantal (plaat VII C). Het middengebied distaal in Ci 3 komt evenzo met het middengebied van de pedunculus cerebri overeen (plaat VII D). Ook het vezelpatroon van het frontale gebied, dat nu in de dwars getroffen gedeelten bepaald kan worden, komt wat betreft het vezelpatroon met het mediale gebied van de pedunculus cerebri overeen. Het

totale vezelaantal van het frontale gebied kan niet vergeleken worden met dat van het mediale gebied in de pedunculus cerebri, doordat het uiterst frontale deel van het frontale gebied veel overlangs getroffen vezelbundels bevat. Het distale gedeelte van Ci 3 verschilt dus, voor zover het de corticofugale vezels betreft, in geen enkel opzicht van de pedunculus cerebri.

Er werden geen vezelbundels opgemerkt, die uit de capsula interna gaan naar de zona incerta en het corpus Luysi in het gedeelte tussen het niveau Ci 3 (distale gedeelte) en de pedunculus cerebri.

Het occipitale veld verandert, doordat het corpus geniculatum laterale een groot gedeelte ervan gaat innemen. De nu dwars getroffen bundels van voornamelijk middeldikke en dunne vezels groeperen zich om het corpus geniculatum laterale en eindigen hierin. De bundels dunne vezels, die proximaal nog tussen het corpus geniculatum laterale en het pulvinar werden gevonden, verdwijnen distaal en zijn alleen nog te vinden in het gedeelte van het occipitale veld, dat tussen het corpus geniculatum laterale, het pulvinar, de thalamus en de kapsel ligt. Distaal in Ci 3 verdwijnen ook de bundels met dunne vezels uit het occipitale veld en blijven alleen de om het corpus geniculatum laterale gegroepeerde vezels over. Het occipitale veld blijft van de capsula interna in engere zin gescheiden door de kapsel, die distaal mede gevormd wordt door een groot aantal striatofugale vezels, die in het occipitale gedeelte van het occipitale gebied afdalen in de capsula interna. Overlangs getroffen bundels worden in de kapsel dan vrijwel niet meer aangetroffen.

Capsula interna 4. In dit niveau treedt wat betreft de corticofugale vezels geen verandering meer op in het vezelpatroon of in de totale vezelaantallen. Evenals in Ci 3 kan een frontaal, midden- en occipitaal gebied met het boven beschreven patroon herkend worden. Hier zien we het zogenaamde kamsysteem door de capsula interna heen naar mediaal lopen (plaat VII A).

Met de capsula interna-snede worden ook de meeste vezels in de thalamus en lamina medullaris externa dwars getroffen. Slechts de vezels in het frontale gedeelte van de thalamus en proximaal in het occipitale gedeelte van de lamina medullaris en thalamus zijn veelal overlangs getroffen. De dwars getroffen vezels vormen kleine en grote bundeltjes, die gekenmerkt zijn door een bepaald patroon, dat in een bepaald gebied van de thalamus en het aangrenzende gedeelte van de lamina medullaris externa gelijk is.

B. Veranderingen in de capsula interna na corticale ablaties.

In de capsula interna konden verschillende vezelpatronen onderscheiden worden en wij zullen nagaan welke veranderingen ten gevolge van ablaties van verschillende gedeelten van de cortex

cerebri hierin ontstaan, ten einde de oorsprong en bestemming van de samenstellende vezels te bepalen. De degeneratie wordt gevolgd in coupes, die in de verschillende niveaux van de capsula interna liggen.

a. *Centrale cortex.* Aap 431. Ablatie van de gyrus centralis anterior en een gedeelte van de aangrenzende frontale cortex in area 6.
Ci 1. Degeneratie wordt aangetroffen in de frontale area van het gebied met dikke vezels. De occipitale area, die in deze coupe voornamelijk overlangs getroffen vezelbundels bevat, is niet gedegenereerd.
Ci 2. Vooral de vezels van het middengebied zijn gedegenereerd. De twee areae, die hier op grond van het vezelpatroon onderscheiden worden, zijn beide gedegenereerd. De degeneratie, die zich ook in het frontale gebied uitbreidt, toont hier een afnemende intensiteit in frontale richting en beperkt zich hoofdzakelijk tot het overgangsgebied. In het genu worden slechts enkele gedegenereerde vezels aangetroffen. Het occipitale gebied bevat geen gedegenereerde vezels, behalve op de grens met het middengebied. In de thalamus en de lamina medullaris externa wordt degeneratie gevonden in het gedeelte dat aan het middengebied grenst.
Ci 3. Degeneratie is eveneens in het middengebied te vinden met geringe uitbreiding in het frontale overgangsgebied. Het occipitale gebied is vrij van degeneratie. De thalamus en de lamina medullaris externa bevatten in deze coupe slechts enkele gedegenereerde vezels.
Ci 4. Gedegenereerde vezels worden gevonden in het middengebied en het frontale overgangsgebied. Thalamus en lamina medullaris externa zijn vrij van degeneratie.

Aap 430. Ablatie van de cortex gelegen tussen de sulcus arcuatus en de sulcus lunatus.
Ci 2. Het gedegenereerde gedeelte van de capsula interna omvat het gehele middengebied, het frontale gebied en het occipitale gebied met uitzondering van het meest occipitale gedeelte. In het frontale gebied neemt in frontale richting het aantal gedegenereerde vezels af, zodat uiterst frontaal nog slechts enkele gedegenereerde vezels aangetroffen worden. In de thalamus en de lamina medullaris externa zijn overal vezels gedegenereerd.
Ci 3. Hier vonden we degeneratie van het gehele middengebied, van het deel van het occipitale gebied grenzende aan het middengebied en van het frontale gebied. De degeneratie in het frontale gebied neemt in frontale richting in intensiteit af. In de thalamus en de lamina medullaris externa werden in de gedeelten grenzende aan de capsula interna slechts enkele gedegenereerde vezels aangetroffen.
Ci 4. Hier was degeneratie in het middengebied en het aangren-

zend gedeelte van het occipitale gebied en het frontale gebied. In de thalamus en de lamina medullaris externa waren geen gedegenereerde vezels aan te tonen.

Aap 429. Ablatie van de cortex van de gyrus centralis anterior, dorsale gedeelte van de gyrus centralis posterior en een gedeelte van area 6.

Ci 1. Er was degeneratie van de frontale area van het gebied met dikke vezels en van het frontale gebied. Ook hier nam de concentratie van gedegenereerde vezels in het laatste gebied in frontale richting af. De occipitale area van de zone met dikke vezels bevatte enkele gedegenereerde vezels.

Ci 2. Er was degeneratie van het middengebied en een geleidelijk in frontale richting afnemende degeneratie in het frontale gebied. Het occipitale gebied toonde vrijwel geen degeneratie. In dit niveau werd ook degeneratie aangetroffen in de gehele thalamus en lamina medullaris externa, met uitzondering van het pulvinar.

Ci 3. Degeneratie van vezels werd gezien in het midden- en frontale gebied tot in het genu. Het occipitale gebied was, met uitzondering van enkele gedegenereerde vezels op de grens met het middengebied, vrij van degeneratie. De thalamus en de lamina medullaris externa bevatten geen gedegenereerde vezels meer.

Ci 4. In de verspreiding der degeneratie trad geen verandering op.

Aap 415. Ablatie van het dorsale gedeelte van de gyrus centralis anterior en een klein aangrenzend gedeelte van area 6.

Ci 2. Er was degeneratie van het gehele middengebied en het aangrenzende deel van het frontale gebied. De degeneratie in het frontale gebied was gering en toonde afnemende intensiteit in frontale richting. Het occipitale gebied was niet gedegenereerd en ook de thalamus en de lamina medullaris externa toonden slechts distaal een geringe degeneratie in een gebied grenzende aan het middengebied.

Ci 3. Ook hier was de degeneratie beperkt tot het middengebied en het aangrenzende gedeelte van het frontale gebied.

Ci 4. Er was degeneratie van het middengebied en het aangrenzende gedeelte van het frontale gebied. In alle niveaux bleef de degeneratie tot het overgangsgebied beperkt.

Ablaties van de gyrus centralis anterior gaven dus degeneratie van de frontale area van het gebied met dikke vezels en van het gehele middengebied van het crus posterior in de meer distale niveaux. Alle vezelsoorten werden door de degeneratie getroffen, de dikke vezels in sterkere mate dan de dunne. Terwijl de dikke vezels meestal totaal verdwenen, bleven vele dunne en middeldikke vezels verspreid in het middengebied over. Naarmate de ablaties zich verder frontaal uitstrekten, werd de uitbreiding van de degeneratie in het aangrenzende gedeelte van het frontale gebied groter. De verspreiding en de aard van de degeneratie toonden een duidelijke overeenkomst met de degeneratie, die in het middengebied van de pedunculus cerebri bij deze ablaties werd

aangetroffen. Vooral de uitbreiding van de degeneratie in het frontale gebied kwam overeen met de uitbreiding van de degeneratie in het mediale gebied van de pedunculus cerebri.

b. *Parietale cortex*. Aap 437. Ablatie van de cortex occipitaal van de gyrus centralis posterior tot de sulcus lunatus; occipitaal van de fossa Sylvii zich ventraal uitstrekkend tot de sulcus occipitalis inferior.
Ci 2. De degeneratie werd gezien in het occipitale gebied met uitzondering van het gedeelte grenzende aan het middengebied en distaal het uiterst occipitale gedeelte. In het gedegenereerde gebied waren vooral de overlangs getroffen bundels, die tot in het vezelgebied occipitaal van de thalamus gevolgd konden worden, gedegenereerd. Ook de dwars getroffen vezelbundels in het aangrenzende occipitale thalamusgedeelte waren door de degeneratie getroffen. In de overlangs getroffen vezelbundels van het occipitale veld werd frontaal een geringe degeneratie gevonden. De bundels met dunne vezels in dit gebied leken mediaal gedegenereerd te zijn, lateraal werd geen degeneratie in het veld aangetroffen.

In de distale coupes van het niveau verdween de degeneratie uit de thalamus en de lamina medullaris externa en vonden we degeneratie in de overlangs getroffen bundels van het occipitale gebied, dat nu van het occipitale veld gescheiden is. Het meest occipitale gedeelte en het aan het middengebied grenzende gedeelte van het occipitale gebied, waar de dwars getroffen vezelvelden veel dikke vezels bevatten, toonden geen gedegenereerde vezels. In het frontale gedeelte van het occipitale veld werd een gering aantal gedegenereerde overlangs getroffen vezels gevonden. In de thalamus en de lamina medullaris vonden we hier geen degeneratie meer.
Ci 3. Het occipitale gebied was met uitzondering van de uiterst occipitale punt gedegenereerd; tussen de gedegenereerde vezels waren vele normale vezels te vinden. De thalamus en de lamina medullaris externa bevatten geen gedegenereerde vezels. In het occipitale veld werd frontaal een geringe degeneratie gevonden.
Ci 4. De degeneratie behield de verspreiding beschreven in Ci 3.

Aap 409. Ablatie van de top van de gyrus postcentralis.
Ci 1. In de occipitale area van het gebied met dikke vezels waren de vezels gedegenereerd.
Ci 2. Vooral de vezels in de dwars getroffen vezelvelden in het frontale gedeelte van het occipitale gebied waren gedegenereerd. Gedegenereerde vezels werden ook gevonden in het aangrenzende gedeelte van de lamina medullaris en het aangrenzende occipitale deel van de thalamus.
Ci 3. De gedegenereerde vezels werden verspreid gevonden in het deel van het occipitale gebied, dat aan het middengebied grenst. In het occipitale gebied was de intensiteit van de degeneratie aanzienlijk geringer dan in het vorige niveau. De thalamus en de

lamina medullaris externa bevatten distaal in het geheel geen gedegenereerde vezels meer.
Ci 4. De verspreiding van de gedegenereerde vezels veranderde niet vergeleken met die in Ci 3.

De ablaties in de parietale schors bij de apen 412, 413 en 415 gaven geen aantoonbare degeneratie in de capsula interna of in het occipitale veld. De degeneratie in de occipitale gebieden bij aap 430 werd bij de centrale ablaties beschreven.

c. *Temporale cortex*. Aap 424. Ablatie van de gyrus temporalis superior en het midden van de gyrus temporalis medius.
Ci 2. In de capsula interna noch in de thalamus werden gedegenereerde vezels aangetroffen.
Ci 3. Hier was de meest occipitale punt van het occipitale gebied gedegenereerd. In de occipitale verbreding van de lamina medullaris werden enkele gedegenereerde vezels aangetroffen. De thalamus was vrij van degeneratie.
Ci 4. Ook hier was een geringe degeneratie in het uiterst occipitale gedeelte van het occipitale gebied aanwezig.

De overige temporale ablaties, die allen het frontale gedeelte van de temporale schors troffen, gaven geen degeneratie in de capsula interna, het occipitale veld of de thalamus.

d. *Occipitale cortex*. Aap 435. De laesie onderbreekt de verbinding van de occipitale lob met het diencephalon.
Ci 2. De coupe uit het proximale gedeelte van het niveau toonde geen degeneratie.
Ci 3 toonde degeneratie van vezels in het occipitale veld. In de thalamus en in de capsula interna in engere zin werd geen degeneratie aangetroffen. In het occipitale veld waren de bundels met dunne vezels niet door de degeneratie getroffen, deze beperkte zich tot de vezelgroepen met vooral middeldikke vezels.
Ci 4. Er was geen degeneratie van de vezels in de capsula interna. De gedegenereerde vezels werden aangetroffen in het occipitale veld, om en in het corpus geniculatum laterale.

De degeneratie door beschadiging van de occipitale schors in aap 437 werd bij de parietale ablaties reeds beschreven. De ablatie bij aap 414 gaf geen aantoonbare degeneratie in de capsula interna of in het occipitale veld.

Vatten wij de resultaten van de ablaties in de parietale, temporale en occipitale cortex samen, dan blijken degeneraties ten gevolge van occipitale ablaties beperkt te blijven tot de vezels in het occipitale veld; in de capsula interna in engere zin werd nooit degeneratie aangetroffen. De ablatie van de gyrus postcentralis, het overige gedeelte van de parietale cortex en de temporale cortex gaven degeneratie in het occipitale gebied van de capsula interna. Hierbij namen de vezels van de gyrus postcentralis het aan het middengebied grenzende gedeelte van het occipitale gebied, de vezels uit de verdere parietale cortex het overige gedeelte van

het occipitale gebied in, met uitzondering van de meest occipitale punt, die degenereerde bij de temporale ablatie van aap 424. De degeneraties gaven de indruk, dat de vezelcontingenten elkaar gedeeltelijk overdekten in het occipitale gebied. Steeds waren alle vezelgroepen door de degeneratie getroffen, hoewel het aantal dunne vezels, dat gespaard bleef, groter was dan het aantal dikke vezels. De aard en de uitbreiding van de degeneratie in het occipitale gebied van de capsula interna en het laterale gebied van de pedunculus cerebri bij deze ablaties was dus gelijk met uitzondering van de ablatie bij aap 424, die wel degeneratie in Ci 4, maar niet in de pedunculus cerebri gaf. In het algemeen leken de degeneraties in het occipitale gebied minder intensief dan in het middengebied van de capsula interna. Ablaties van de temporale lob in engere zin gaven geen degeneratie in de capsula interna of in de pedunculus cerebri. Het is op grond van de verrichte ablaties niet zeker vast te stellen of de occipito-parietale en de occipito-temporale cortex (areae 18 en 19) vezels geven, die via het occipitale gebied van de capsula interna in de pedunculus cerebri afdalen, daar de ablaties bij de apen 437 en 430 deze cortex-gebieden tegelijk met de parietale schors wegnamen en een grote ablatie van uitsluitend areae 18 en 19 niet aanwezig was. De ablatie bij aap 437, die behalve de parietale cortex ook de laatstgenoemde cortexgebieden wegnam, gaf behalve degeneratie in het occipitale gebied van de capsula interna ook degeneratie van de bundels dunne vezels in het occipitale veld. De ablaties bij de apen 410, 412, 414, 415 en 430, die slechts een klein gedeelte van de cortex in het betrokken gebied wegnamen, gaven geen duidelijk aantoonbare degeneratie in het occipitale veld.

e. *Frontale cortex.* Aap 405. Ablatie van een smalle strook cortex vóór de sulcus arcuatus.
Ci 1. De degeneratie in het frontale gebied was beperkt tot het gebied, waarin zich overwegend dunne vezels bevinden. Het overgangsgebied tussen de zone met dikke vezels en het frontale gebied was vrij van degeneratie. Het uiterst frontale gedeelte van het frontale gebied was moeilijk te beoordelen.
Ci 2. De degeneratie bevond zich in hetzelfde gedeelte van het frontale gebied. De overige gebieden van de capsula interna en de thalamus toonden geen degeneratie.
Ci 3. De degeneratie werd aangetroffen in het genu, overigens was de aan het middengebied grenzende overgangszone ook hier vrij van degeneratie. In de thalamus toonde het uiterst frontale, aan het genu grenzende gedeelte met de lamina medullaris externa, degeneratie.
Ci. 4. De gedegenereerde vezels werden in kleine groepen tussen de pallidofugale en striatofugale vezels in het frontale gebied gevonden, waardoor de uitbreiding van de degeneratie moeilijk vastgesteld kon worden. De thalamus bevatte geen gedegenereerde vezels meer.

Aap 433. Ablatie van het vóór de sulcus arcuatus gelegen deel van de frontale cortex met uitbreiding van de laesie ventraal en dorsaal in area 6.
Ci 1. Er was degeneratie van vrijwel het gehele frontale gebied. Een gedeelte van het occipitale deel van het overgangsgebied was nagenoeg vrij van gedegenereerde vezels.
Ci 4. Hier was degeneratie van het frontale gebied met afnemende intensiteit in het occipitale gedeelte van het overgangsgebied. Coupes van de tussenliggende niveaux ontbraken. In de thalamus was geen degeneratie aanwezig in de gegeven coupes.

Aap 420. Door een steek onder de cortex werden de frontale windingen vóór area 4 gelaedeerd.
Ci 2. Er was degeneratie in het frontale gebied tot in het genu. Ook het aangrenzende deel van de frontale pool van de thalamus en de lamina medullaris externa toonden degeneratie. De intensiteit van de degeneratie nam in het genu af.
Ci 4. Er was eveneens degeneratie in het frontale gebied met afnemende intensiteit in occipitale richting. In de thalamus werden geen gedegenereerde vezels meer aangetroffen.

De degeneraties in het frontale gebied bij de apen 429 en 430 werden bij de centrale ablaties beschreven.

Samenvattende zien we, dat ablatie van de frontale cortex degeneratie in het frontale gebied gaf. De degeneratie strekte zich verder in frontale richting uit, naarmate de ablatie zich verder frontaal in de cortex uitbreidde. De degeneratie trof de vezels in alle vezelgroepen, met een voorkeur voor de dikke vezels. De thalamus degenereerde in bepaalde niveaux in het gedeelte, dat grensde aan het gedegenereerde gebied in de capsula interna. De aard en de uitbreiding van de degeneratie kwam overeen met die van het mediale gebied in de pedunculus cerebri bij de beschreven ablaties.

C. Bespreking van de verkregen resultaten. Conclusies.

Een bestudering van de vezelverhoudingen in het telen- en diencephalon met de methode, die bij de analyse van de pedunculus cerebri werd gebruikt, is alleen mogelijk, wanneer de vezels dwars getroffen zijn in het vlak, waarin het cerebrum gesneden wordt. De zogenaamde capsula interna-snede voldoet aan deze voorwaarde en treft de vezels dwars in de capsula interna, de thalamus, de nucleus caudatus, het putamen en de globus pallidus. Gebieden met dwars getroffen vezels werden in de globus pallidus, het putamen en de nucleus caudatus in alle niveaux aangetroffen. In de thalamus was het gebied beperkt tot een zone gelegen langs de capsula interna; uiterst mediaal waren niet duidelijk dwars of overlangs getroffen bundels te onderscheiden, terwijl frontaal de bundels veelal overlangs getroffen werden. In de capsula interna waren distaal (Ci 4), met uitzondering van de vezels in het meest frontale gedeelte van het frontale gebied en de van

lateraal naar mediaal lopende pallidofugale vezels, alle vezels dwars getroffen. In proximale richting verdwenen deze pallidofugale vezels uit de capsula interna, doch werden frontaal meer vezels overlangs getroffen. Ook in het occipitale gebied en het occipitale veld nam in proximale richting het aantal overlangs getroffen vezels toe. Uiterst proximaal, waar de capsula interna overging in de corona radiata, trof men in het vlak van de capsula interna-snede alleen nog de vezels van de gyrus centralis anterior en posterior dwars, daar de snede loodrecht op deze bundel gericht is. De vezels, die hier in frontale richting naar de frontale cortex en in occipitale richting naar de parietale en occipitale cortex liepen, waren vooral overlangs getroffen. Het vezelpatroon van de frontale en occipitale gedeelten van de capsula interna kon dus uiterst proximaal niet in het vlak van de capsula interna-snede bestudeerd worden. Hiertoe zou het vlak meer loodrecht op de vezels in het occipitale of frontale gedeelte van de capsula interna gericht moeten zijn.

In de gebieden met dwars getroffen vezels bleek de middellijn van de vezels voornamelijk te variëren van 1—8μ, vezels met een middellijn groter dan 8μ en kleiner dan 1μ waren schaars. Bij de bestudering van het microscopische praeparaat viel direct op, dat het aantal vezels van een bepaalde diameter in verschillende gedeelten van de capsula interna en pedunculus cerebri variëert. Ten einde de verhoudingen van de aantallen, waarin vezels van verschillende middellijn voorkomen vast te stellen, werden de vezels geteld in groepen van vezels met een bepaalde diameter (1μ, 2μ, 3—5μ, 6—7μ, 8μ en groter). De verhouding van de vezelaantallen van de verschillende groepen en het totale aantal vezels van elke groep per gezichtsveld, die het vezelpatroon bepalen, bleek in verschillende gebieden van de capsula interna en pedunculus cerebri binnen zeer bepaalde grenzen te variëren. Doordat deze grenzen voor verschillende gebieden niet hetzelfde waren, konden meerdere gebieden onderscheiden worden, elk gekenmerkt door een bepaald constant vezelpatroon. In andere gebieden veranderde het vezelpatroon op zeer bepaalde wijze ten opzichte van de verschillende gedeelten van het gebied (bijvoorbeeld het mediale gebied). *Genoemde gebieden konden steeds over enige afstand van proximaal naar distaal in de capsula interna of de pedunculus cerebri gevolgd worden. Ook in de nucleus caudatus en de nucleus lentiformis konden gebieden onderscheiden worden met bepaalde constante vezelpatronen, die over enige afstand van proximaal naar distaal te volgen waren.*

Het verband tussen de gebieden, die onderscheiden konden worden en de verbindingen, die de capsula interna en de pedunculus cerebri vormen, werd in de eerste plaats nagegaan door na schorsablaties de uitbreiding der degeneratie te bepalen in de genoemde gebieden. De mogelijkheid hiertoe was gegeven door het gebruik van de kleuring volgens H ä g g q v i s t, waarmee zowel

gedegenereerde als niet gedegenereerde vezels gekleurd worden. De verandering in het vezelpatroon na degeneratie was op deze wijze direct zichtbaar.

In de tweede plaats werd het verband tussen het vezelpatroon in de capsula interna en de pedunculus cerebri enerzijds en de thalamus, de nucleus lentiformis en de nucleus caudatus anderzijds nagegaan.

De ablatie van de cortex van area 4 gaf degeneratie van de vezels in het middengebied van de pedunculus cerebri, in het middengebied van de niveaux Ci 4, Ci 3, Ci 2, in de frontale area van het gebied met dikke vezels in Ci 1 en in de gedeelten van de thalamus en de lamina medullaris externa, die aan het middengebied grenzen in het niveau Ci 2. De degeneratie was bij deze ablaties niet altijd uitsluitend tot het middengebied beperkt, maar betrof ook, zij het in geringe mate, de aangrenzende gedeelten van het frontale en occipitale gebied. Evenals in de pedunculus cerebri waren alle vezelsoorten door de degeneratie getroffen, doch vielen de vezels van 8μ en groter totaal uit, terwijl de overige vezels, naarmate de diameter geringer was, in toenemende mate gespaard bleven. De corticofugale en corticopetale vezels van area 4, die proximaal in de frontale area van het gebied met dikke vezels verzameld waren, verdeelden zich dus distaalwaarts in het niveau Ci 2 over twee gebieden, die zich door hun vezelpatroon onderscheidden. Een vergelijking van de beide vezelpatronen met het patroon in de frontale area liet zien, dat het aantal dunne en middeldikke vezels was toegenomen in het gebied, dat zich langs de thalamus en in smalle banen van de thalamus naar de nucleus lentiformis uitstrekte. De vezelvelden van het tweede gebied, die tussen die van het eerste gebied verspreid lagen, toonden daarentegen een toename van het aantal dikke vezels en een afname van het aantal dunne. Het microscopische beeld van dit tweede gebied toonde een sterke overeenkomst met het beeld van het middengebied in de pedunculus cerebri en bij telling bleken de vezelverhoudingen van dit gebied in de capsula interna inderdaad overeen te komen met die in het middengebied van de pedunculus cerebri. De splitsing in twee scherp te onderscheiden vezelareae en de overeenkomst van het patroon van één ervan met het patroon van het middengebied in de pedunculus cerebri doet vermoeden, dat zich hier hoogstwaarschijnlijk de vezels voor dit gebied van de pedunculus cerebri bij elkaar voegen en zich afscheiden van de thalamo-corticale en cortico-thalamische vezels, die zich in de andere vezelarea zouden moeten bevinden.

Vergelijken we nu het vezelpatroon van laatstgenoemde area met dat van het aangrenzende gedeelte van de thalamus en de lamina medullaris externa, waarin ook degeneratie optrad bij ablatie van de gyrus centralis anterior, dan blijken de verhoudingen van de vezelaantallen in de onderscheiden groepen per gezichtsveld in beide gelijk te zijn. Distaalwaarts in Ci 3 verdwijnt

deze area uit de capsula interna en het is dus waarschijnlijk, dat hij de thalamo-corticale en cortico-thalamische vezels uit area 4 bevat. De vezels, die in de pedunculus cerebri afdalen, hebben zich dus in Ci 2 van de cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels afgescheiden. Deze laatste begeven zich dan vanuit de vezelarea, die zich uitstrekt langs de thalamus en in smalle banen tussen de thalamus en de nucleus lentiformis, naar de lamina medullaris externa en de thalamus.

Het gebied van de vezels, die verbonden zijn met de gyrus centralis anterior, toont van proximaal naar distaal een wisselend beeld. Uiterst proximaal werd in de capsula interna en de corona radiata een gebied aangetroffen met een constant vezelpatroon, dat de verbindingen van de gyrus centralis anterior met de subcorticale kernen kenmerkt. Dit gebied kon over enige afstand van proximaal naar distaal gevolgd worden, totdat het vezelpatroon veranderde en twee gebieden met elk een constant, doch van elkaar en van bovengenoemd verschillend patroon, gevormd werden. Een der gebieden kon in de capsula interna, lamina medullaris externa en thalamus gevolgd worden en bevatte de cortico-thalamische en thalamo-corticale verbindingen; het andere gebied kon in de pedunculus cerebri gevolgd worden en bevatte de corticofugale verbindingen van de gyrus centralis anterior met de distale subcorticale kernen. De vezelpatronen van de twee laatstgenoemde gebieden kenmerken dus de cortico-thalamische en thalamo-corticale verbindingen en de corticofugale verbindingen met de distale subcorticale kernen van de gyrus centralis anterior.

De ablatie van de gyrus postcentralis gaf degeneratie in de occipitale area van het gebied met dikke vezels in Ci 1 en van het gedeelte van het occipitale gebied, dat aan het middengebied grenst in Ci 2, Ci 3 en Ci 4. Het occipitale gedeelte van de thalamus en de aangrenzende occipitale verbreding van de lamina medullaris externa toonden ook gedegenereerde vezels, behalve in het meest proximale gedeelte van Ci 2 en in het distale gedeelte van Ci 3. De degeneratie in het occipitale gebied trof vooral de dwars getroffen vezelvelden in het frontale gedeelte, waar nog een groot aantal dikke en middeldikke vezels gevonden werden. Ablaties van het overige gedeelte van de parietale schors gaven ook degeneratie van het occipitale gebied in de niveaux Ci 2, 3 en 4, met uitzondering van het areaal afkomstig van de gyrus postcentralis en distaal het meest occipitale gedeelte. De degeneratie werd proximaal gevonden in het occipitale gedeelte van het occipitale gebied, waar de dwars getroffen velden overwegend uit dunne en middeldikke vezels bestaan. In de thalamus en de lamina medullaris externa werd alleen occipito-mediaal in de proximale gedeelten van het niveau Ci 2 degeneratie aangetroffen.

De ablatie van de gyrus temporalis superior en het middengedeelte van de gyrus temporalis medius gaf degeneratie in het uiterst occipitale gedeelte van het occipitale gebied, distaal in Ci 2,

in Ci 3 en Ci 4. De thalamus en de lamina medullaris externa bevatten geen gedegenereerde vezels, met uitzondering van een enkele in het occipitale deel van de thalamus en de lamina medullaris externa in de distale gedeelten van het niveau Ci 3.

Welk gedeelte van de temporale cortex vezels geeft in het uiterst occipitale deel, kon niet met zekerheid vastgesteld worden, aangezien de ablaties bij aap 424 zowel het occipitale gedeelte van de gyrus temporalis superior als de middengebieden van de gyrus temporalis superior en medius omvatten. Een ablatie, die alleen de occipitale gedeelten van de temporale cortex omvat, was niet aanwezig. Ablaties van frontale delen der temporale windingen gaven echter geen degeneratie in de capsula interna en thalamus, zodat aangenomen wordt, dat de oorsprong van de vezels gezocht moet worden in het occipitale deel van de temporale windingen.

Het vezelpatroon van het occipitale gebied, dat door de corticofugale en corticopetale vezels van de bovengenoemde cortex-areae gevormd wordt, heeft in zijn verschillende niveaux een zeer wisselende samenstelling. In het niveau Ci 1 worden voornamelijk de corticofugale en corticopetale vezels van de gyrus centralis posterior, die gekenmerkt zijn door het vezelpatroon van de occipitale area van het gebied met dikke vezels, getroffen. In distale richting sluiten zich hier achtereenvolgens de corticofugale en corticopetale vezels van de parietale cortex s.s. en mogelijk ook de corticofugale vezels van de temporale cortex bij aan. Evenals in het middengebied van de capsula interna verlaten in distale richting de hoogstwaarschijnlijk cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels, in dit geval van de parietale cortex, het occipitale gebied. Van de vezelbundels uit de temporale schors scheiden zich alleen vezels verbonden met het corpus geniculatum mediale af, zodat moet worden geconcludeerd, dat deze schors geen verbindingen met de thalamus in engere zin heeft. De cortico-thalamische en thalamocorticale vezels van de parietale cortex s.s. verlaten al proximaal de capsula interna, terwijl van de temporale cortex mogelijk alleen temporofugale vezels en vezels voor het corpus geniculatum mediale in de capsula interna aanwezig zijn. Laatstgenoemde vezels doorkruisen de capsula interna van lateraal naar mediaal tussen het occipitale gebied en het occipitale veld. Het aandeel, dat de cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels van de parietale cortex s.s. bij de vorming van de capsula interna hebben, is dus zeer gering en wij mogen zeggen, dat het occipitale gebied van de capsula interna gevormd wordt door de corticofugale en corticopetale vezels van de gyrus centralis posterior en de corticofugale vezels van de parietale cortex s.s. en van de temporale cortex. Doordat de vezels proximaal van het niveau Ci 3 overlangs getroffen zijn, kon het vezelpatroon van het occipitale gebied boven dit niveau niet nauwkeurig bepaald worden. Proximaal in het niveau Ci 3, waar zich de corticopetale en corticofugale vezels van de gyrus centralis posterior en de corticofugale vezels uit de overige ge-

deelten van de parietale en de temporale cortex bevinden, zijn de vezels dwars getroffen en kon het vezelpatroon nauwkeurig bepaald worden. In Ci 3 waren in het occipitale gebied twee areae met een verschillend vezelpatroon te onderscheiden. De area, die het grootste gedeelte van het oppervlak inneemt, had een vezelpatroon, dat nauwkeurig met dat van het laterale gebied van de pedunculus cerebri overeenkwam. Het vezelpatroon van de andere area, in het frontale deel van het occipitale gebied, kwam overeen met het vezelpatroon van de bundels in de occipitale verbreding van de lamina medullaris en het occipitale gedeelte van de thalamus, welke degenereren na ablatie van de gyrus postcentralis. Deze tweede area verdween in het distale gedeelte van Ci 3 uit het occipitale gebied van de capsula interna, zodat in dat gebied één vezelarea overbleef, die wat betreft het vezelpatroon en het totale vezelaantal overeenkwam met het laterale gebied van de pedunculus cerebri. Waarschijnlijk is hier evenals in het middengebied een splitsing opgetreden tussen de in de pedunculus cerebri afdalende vezels en de cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels, waarbij de twee groepen zich ieder in een gebied met een bepaald vezelpatroon verzamelen. Naar aanleiding van de resultaten der degeneratie en de veranderingen in het vezelpatroon menen wij dus te mogen aannemen, dat zich in het occipitale gebied alleen nog bevinden de cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels van de gyrus postcentralis, naast de vezels die in het laterale gebied van de pedunculus cerebri afdalen. De eerstgenoemde vezels verzamelen zich in een apart gebied en gaan van uit dit gebied in de occipitale verbreding van de lamina medullaris en het occipitale gedeelte van de thalamus over.

In het gedeelte van de capsula interna, waar het occipitale gebied gevonden werd, kon dus proximaal het vezelpatroon van de corticofugale en corticopetale verbindingen van de gyrus centralis posterior bepaald worden. Het gebied met het vezelpatroon, dat genoemde verbinding kenmerkte, was over enige afstand van proximaal naar distaal in de capsula interna te volgen. Hier werd, evenals in het middengebied, een verandering in het vezelpatroon gevonden en konden twee gebieden met een van elkaar en van bovengenoemd verschillend vezelpatroon onderscheiden worden. Een der gebieden bevatte de cortico-thalamische en thalamo-corticale verbindingen van de gyrus centralis posterior en was uit de capsula interna in de lamina medullaris externa en de thalamus te volgen, terwijl het andere gebied, dat gevormd werd door de corticofugale verbindingen met de distale subcorticale kernen, in de pedunculus cerebri te volgen was. Genoemde verbindingen zijn dus elk door het vezelpatroon van het betreffende gebied gekenmerkt. De corticofugale verbindingen met de distale subcorticale kernen van de parietale cortex in engere zin en de temporale cortex werden distaal gevonden in een gebied met een kenmerkend vezelpatroon, dat van proximaal naar distaal in de

capsula interna en pedunculus cerebri gevolgd kon worden. Het bleek, dat het vezelpatroon van deze corticofugale verbindingen overeenkomt met het vezelpatroon van de corticofugale verbindingen met de distale subcorticale kernen van de gyrus centralis posterior, zodat deze verbindingen op grond van het vezelpatroon niet te onderscheiden waren. Het occipitale gebied, dat distaal aangegeven werd, bevat dan ook de genoemde corticofugale verbindingen van deze cortex-areae. Cortico-thalamische en thalamocorticale verbindingen van de temporale cortex werden met uitzondering van de verbindingen met het corpus geniculatum mediale niet gevonden, terwijl deze verbindingen met de parietale cortex in engere zin proximaal de capsula interna verlaten in een niveau, waar het vezelpatroon niet bepaald kon worden, doordat de vezels overlangs getroffen waren. Zoals reeds opgemerkt kon de aanwezigheid in het occipitale gebied van de corticofugale en mogelijk corticopetale vezels van de occipito-parietale en occipitotemporale cortex niet met zekerheid vastgesteld worden, zodat zij bij de bespreking van het occipitale gebied buiten beschouwing bleven.

De ablaties in de occipitale cortex gaven degeneratie van de overlangs getroffen vezelbundels, die van occipitaal het occipitale veld binnenkomen en in ventrale richting ombuigen. Distaalwaarts werden de bundels van middeldikke en dunne vezels meer dwars getroffen en kon worden vastgesteld, dat ze in het corpus geniculatum laterale overgingen. Deze vezelbundels verbinden dus de schors van area 17 met het corpus geniculatum laterale. Tussen de bundels van middeldikke en dunne vezels werden proximaal in het gehele occipitale vezelveld overlangs en dwars getroffen bundels van dunne vezels gevonden. Ze werden hier ook occipitaal van de thalamus aangetroffen tussen de overlangs getroffen vezelbundels van het occipitale gebied. In distale richting, waar zich een kapsel tussen het occipitale gebied en het occipitale veld ontwikkelde, beperkte de localisatie van de bundels met dunne vezels zich tot het occipitale veld. Ze waren hier uit het laterale gedeelte van het veld verdwenen en werden alleen nog aangetroffen mediaal in het veld langs het pulvinar. In het frontale gedeelte van het veld veranderde het vezelpatroon van de bundels met dunne vezels en nam het aantal en de diameter der dikke vezels toe. Het vezelpatroon van de bundels met dunne vezels ging daar geleidelijk in het vezelpatroon van de velden in de occipitale verbreding van de lamina medullaris over. Distaal in Ci 3 verdwenen de bundels met dunne vezels uit het occipitale veld en bleef alleen het gebied met de middeldikke en dunne vezels om het corpus geniculatum laterale over. Het vezelpatroon van de bundels met dunne vezels leek in het microscopische beeld sterk op het patroon van de vezelbundels in het pulvinar. Bij telling bleken de vezelverhoudingen in de bundels langs en in het pulvinar inderdaad gelijk te zijn (de verandering van het vezelpatroon in het frontale gedeelte van het veld werd ook in

het pulvinar bij de overgang naar de thalamus aangetroffen). Vermoedelijk bevatten de bundels dunne vezels in het occipitale veld dus de cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels van het pulvinar. De oorsprong van de bundels kon niet met zekerheid vastgesteld worden. Waarschijnlijk moet de oorsprong van deze bundels gezocht worden in de occipito-parietale en occipito-temporale cortex. Immers grote ablaties, die uitsluitend de temporale, parietale of occipitale cortex troffen, gaven geen degeneratie van deze bundels, terwijl een ablatie die mede een groot gedeelte van de occipito-parietale en occipito-temporale cortex wegnam, wel degeneratie van deze bundels gaf. Deze opvatting wordt gesteund door de uit de literatuur bekende waarneming, dat deze gebieden met het pulvinar verbonden zijn.

Bij het bespreken van de verbindingen van de cortex met de subcorticale kernen werd onder andere de cortico-tectale verbinding buiten beschouwing gelaten. In het onderzochte materiaal kon deze verbinding ook niet met zekerheid aangetoond worden, daar aparte ablaties in het oorsprongsgebied van deze verbinding niet aanwezig waren. Bezien wij echter het vezelpatroon in het occipitale veld, dan valt de verandering van de vezelverhoudingen in het frontale gedeelte van het veld op. In plaats van de bundels met dunne vezels, die in de overige gedeelten van het veld aangetroffen worden, neemt in dit gedeelte het aantal middeldikke vezels toe en ontstaat een vezelpatroon, dat zich onderscheidt van het vezelpatroon in de bundels met dunne vezels. Dit vezelgebied is distaal in het pulvinar te volgen tot in het mesencephalon. Hoewel dit gedeelte van het occipitale veld in het gebruikte materiaal niet nader onderzocht kon worden en dus de oorsprong en bestemming van genoemde vezels niet aan te geven is, lijkt het niet onwaarschijnlijk, dat het genoemde vezelgebied de vezels van de cortico-tectale naast misschien andere verbindingen bevat.

In het occipitale veld zijn dus drie gebieden te onderscheiden met verschillende vezelpatronen; het eerste bevat de vezels, die het pulvinar met de occipito-temporale en occipito-parietale cortex, het tweede de vezels die het corpus geniculatum laterale met de occipitale cortex verbinden. Voor het derde gebied kon de oorsprong der vezels niet zeker vastgesteld worden. Deze gebieden zijn, behalve uiterst proximaal in Ci 2, van de capsula interna in engere zin gescheiden door een kapsel. Indien uit de occipito-parietale en occipito-temporale cortex corticofugale vezels in de pedunculus cerebri afdalen, dan moeten deze zich al proximaal in de capsula interna vóór de vorming van de kapsel bij het occipitale gebied aansluiten.

De cortico-thalamische en thalamo-corticale verbindingen die de occipitale, occipito-parietale en occipito-temporale cortex verbinden met het corpus geniculatum laterale en het pulvinar naast mogelijk cortico-tectale verbindingen, zijn dus van proximaal naar distaal in het occipitale veld te volgen in gebieden, die gekenmerkt

zijn door een bepaald vezelpatroon. Cortico-pedunculaire verbindingen komen in het occipitale veld niet voor.

De ablaties van de cortex frontaal van de gyrus centralis anterior gaven degeneratie in het frontale gebied in de capsula interna. Daar de vezels hier zowel proximaal als distaal merendeels overlangs getroffen waren, kon het vezelpatroon en de veranderingen, die hier ten gevolge van de ablaties in optreden, niet nauwkeurig nagegaan worden. Evenmin kon geconstateerd worden of, evenals in de andere gebieden van de capsula interna, de cortico-thalamische en de thalamo-corticale vezels zich in een gebied met een kenmerkend vezelpatroon verzamelen, alvorens de capsula interna te verlaten. Alleen uiterst distaal in Ci 3 waar deze vezels de capsula interna verlaten hebben en alleen de corticofugale vezels, die in de pedunculus cerebri afdalen, nog aanwezig zijn, kon het vezelpatroon bepaald worden. Dit bleek hier overeen te komen met het vezelpatroon van het mediale gebied in de pedunculus cerebri. Het gebied met het variërende vezelpatroon, dat de corticofugale verbindingen van de frontale cortex met de subcorticale kernen distaal van het diencephalon kenmerkt, was dus van proximaal naar distaal in het niveau Ci 4 en de pedunculus cerebri te volgen.

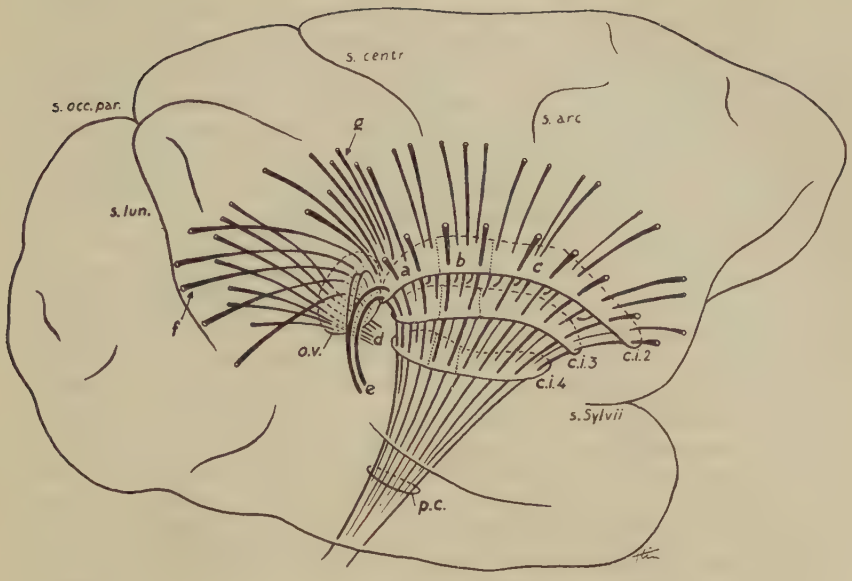
Het vezelpatroon van het mediale, midden- en laterale gebied in de pedunculus cerebri kon gevolgd worden tot in het midden van het niveau Ci 3. Tussen de capsula interna in dit gedeelte van het niveau Ci 3 en de pedunculus cerebri bestaat wat betreft de vezelverbindingen geen essentieel verschil. Vezels, die hier in distale richting de capsula interna verlaten om naar de zona incerta en andere subcorticale structuren te gaan, konden niet aangetoond worden; een duidelijke verandering van het vezelpatroon en een daling van het vezelaantal werden niet gevonden. In proximale richting vanuit het midden van het niveau Ci 3 de capsula interna volgend, blijven aanvankelijk de vezelvelden met het patroon van midden- en laterale gebied van de pedunculus cerebri aanwezig naast de velden van de met de thalamus verbonden vezels. De scherpe grens, die tussen laterale en middengebied in de pedunculus cerebri bestond, wordt hier minder duidelijk, ofschoon de vezelpatronen in beide gebieden goed te onderscheiden zijn. Het frontale en mediale gebied kon niet vergeleken worden, doordat het vezelpatroon van het eerste gebied niet nauwkeurig te analyseren was. Uiterst proximaal in het niveau Ci 2 vermengen zich pas de met de thalamus verbonden vezelvelden met die van de in de pedunculus cerebri afdalende vezels. De aard en uitbreiding van de degeneratie van het laatste gebied in de pedunculus cerebri en capsula interna komen volkomen overeen. Vezelvelden met vezels, die uit gelijke gebieden in de cortex cerebri komen als de in de pedunculus cerebri afdalende vezels, maar verbonden met de thalamus, tonen een analoge degeneratie.

Meerdere verbindingen kunnen dus in de capsula interna on-

derscheiden worden, doordat ieder een vezelpatroon bezit, dat van de andere verschilt. Elke verbinding of groep van verbindingen, die op deze wijze onderscheiden kan worden, behoudt het kenmerkende vezelpatroon zolang zich geen nieuwe verbindingen bij de groep voegen of deze verlaten. In dat geval treedt een verandering van het vezelpatroon op, die bijvoorbeeld proximaal te zien is in de capsula interna, waar de cortico-thalamische en thalamo-corticale verbindingen de groep van de corticofugale en corticopetale vezels verlaten en distaal, waar het vezelpatroon van de pyramide in de medulla oblongata veranderd is ten opzichte van het vezelpatroon in het middengebied van de pedunculus cerebri, doordat de cortico-pontine vezels geëindigd zijn in de pons en zich tevens cortico-spinale vezels uit de mediale gedeelten van de pedunculus cerebri bij de vezels van het middengebied, die in de pyramide afdalen, hebben gevoegd (Verhaart 1948).

Ten opzichte van de ligging van de beschreven verbindingen in de capsula interna kon dus opgemerkt worden, dat die van de occipitale, occipito-temporale en occipito-parietale cortex al proximaal in de capsula interna door een kapsel gescheiden zijn van de verbindingen met de overige genoemde gedeelten van de cortex cerebri. In het occipitale gebied verlaten in het niveau Ci 2 de cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels van de parietale cortex s.s. de capsula interna. De vezels van het occipitale gedeelte van de temporale cortex voegen zich in dit niveau bij het occipitale gebied en dalen waarschijnlijk af in de pedunculus cerebri, maar zijn niet verbonden met de thalamus. Vezels uit de temporale cortex, die met het corpus geniculatum mediale verbonden zijn, doorkruisen de capsula interna van lateraal naar mediaal tussen het occipitale gebied en het occipitale veld en dragen dus niet bij tot de vorming van het occipitale gebied. De cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels van de gyrus centralis posterior in het occipitale gebied komen ook distaal in de capsula interna nog voor. Distaal in het niveau Ci 3 echter hebben alle cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels het occipitale gebied verlaten en treffen we er alleen nog aan de corticofugale vezels, die afdalen in de pedunculus cerebri. Ook de cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels uit het midden- en het frontale gebied zijn in dit niveau niet meer aanwezig, zodat hier de capsula interna niet verschilt van de pedunculus cerebri, wanneer we de striatofugale en pallidofugale vezels buiten beschouwing laten. Vezelbundeltjes, die de capsula interna verlaten en eindigen in de substantia nigra en het corpus Luysi, worden niet gezien hoewel deze verbindingen overtuigend zijn aangetoond. Evenmin kan een verandering in het vezelpatroon distaal van het corpus Luysi en van proximaal naar distaal in de pedunculus cerebri opgemerkt worden.

Een groep van verbindingen, die hier niet nader besproken is, werd door Verhaart in 1950 aangegeven. Het zijn de striatofugale vezels die in kleine gebieden, gekenmerkt door een bepaald



FIGUUR 7.

Schema waarin aangegeven de ligging van de vezels uit de verschillende cortex-gebieden in de corona radiata, de capsula interna en het occipitale veld.

Tussen capsula interna 2 en capsula interna 3 verlaten cortico-thalamische respectievelijk thalamo-corticale vezels in mediale richting de capsula interna.

a	=	het occipitale gebied.
b	=	het middengebied.
c	=	het frontale gebied.
d	=	cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels tussen het corpus geniculatum laterale en de occipitale cortex.
e	=	cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels tussen het corpus geniculatum mediale en de temporale cortex met corticofugale vezels, die vanuit de occipitale gedeelten van de temporale cortex via het occipitale gebied van de capsula interna in de pendunculus cerebri afdalen.
f	=	cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels tussen het pulvinar en de occipito-parietale en occipito-temporale cortex.
g	=	cortico-thalamische en thalamo-corticale vezels tussen de parietale cortex en de occipito-dorsale gedeelten van de thalamus.
o.v.	=	het occipitale veld.
p.c.	=	pedunculus cerebri.
s. cent.	=	sulcus centralis.
s. Syl.	=	sulcus Sylvii.
s. arc.	=	sulcus arcuatus.
s. occ. par.	=	sulcus occipito-parietalis.
s. lun.	=	sulcus lunatus.
Ci 2	=	capsula interna 2.
Ci 3	=	capsula interna 3.
Ci 4	=	capsula interna 4.

vezelpatroon, verspreid liggen in de capsula interna, de nucleus caudatus en de nucleus lentiformis. In de capsula interna worden deze vezelgebieden tot in het niveau Ci 4 aangetroffen, in de pedunculus cerebri daarentegen konden zij niet aangetoond worden. Een tweede groep vormen de pallidofugale verbindingen, die echter niet overtuigend deelnemen aan de opbouw van de capsula interna, daar zij deze veelal van lateraal naar mediaal kruisen in het niveau Ci 4. Ook deze verbinding is echter op grond van haar vezelpatroon in de capsula interna te onderscheiden van de overige verbindingen.

De localisatie van de beschreven verbindingen in de capsula interna en de localisatie zoals deze in de literatuur aangegeven wordt, komen in grote lijnen overeen. In het crus anterior worden de corticofugale en corticopetale verbindingen van de frontale cortex gevonden. Hoewel geen onderscheid gemaakt kon worden tussen de corticopetale en corticofugale vezels, werd aangenomen in overeenstemming met de waarnemingen beschreven in de literatuur, dat corticofugale en corticopetale vezels aanwezig waren in de onderscheiden gebieden der capsula interna, behalve in het areaal van het occipitale gebied, dat ingenomen is door de vezels van de temporale cortex. In tegenstelling tot degenen, die de oorsprongsplaats van de corticofugale vezels, die met de distale subcorticale kernen verbonden zijn, aangeven in omschreven gedeelten van de frontale cortex, werd in overeenstemming met M i n k o w s k i de gehele frontale cortex als oorsprongsgebied gevonden. Het crus anterior bevat dus niet alleen occipitaal maar ook frontaal de genoemde corticofugale vezels. Daar het frontale gebied niet nauwkeurig bestudeerd kon worden, waren de corticothalamische en thalamo-corticale verbindingen niet apart te localiseren, terwijl de verbindingen met het striatum, de substantia nigra en het corpus Luysi evenmin als voor de overige gedeelten van de cortex cerebri aangetoond konden worden.

De localisatie van de vezelsystemen, die verbonden zijn met de gyrus centralis anterior, in het frontale gedeelte van het crus posterior, is in overeenstemming met de waarnemingen, die in de literatuur beschreven zijn. De localisatie van de verbindingen in het occipitale gebied en het occipitale veld kon moeilijk vergeleken worden met de localisatie in het crus posterior en de pars retrolenticularis, omdat men geen grens aangeeft tussen beide laatstgenoemde gebieden. Alleen D é j e r i n e geeft hier een grens aan, doordat hij beschrijft, dat beide gebieden gescheiden zijn door een merglamel, die samenhangt met de nucleus reticularis thalami. Beschouwen wij genoemde gebieden niet gescheiden, dan worden in het bovengenoemde gedeelte der capsula interna dezelfde verbindingen aangetroffen. Een uitzondering wordt gevormd door de corticofugale vezels van de temporale en occipitale cortex. Terwijl in het beschreven onderzoek geen corticofugale verbindingen van de occipitale cortex met de distale subcorticale kernen werden

aangetoond, gaven verschillende onderzoekers deze verbindingen wel aan. Ook de oorsprong van de corticofugale vezels der temporale cortex, die afdalen in de pedunculus cerebri, komt niet overeen met de oorsprong, zoals deze in de literatuur beschreven wordt. Door het onderzoek werd de veronderstelling gesteund, dat de oorsprong van de corticofugale vezels uit het occipitale gebied gezocht moest worden in een gebied, dat zich uitstrekt over de parietale cortex en de occipitale delen van de temporale cortex. De occipitale grens van het oorsprongsgebied kon niet nauwkeurig aangegeven worden. De localisatie van de cortico-thalamische en thalamo-corticale verbindingen ten opzichte van de overige corticofugale verbindingen en de verschillende niveaux van de capsula interna werd in de literatuur niet duidelijk aangegeven, zodat een vergelijking met de verkregen resultaten niet mogelijk was. De waarnemingen betreffende de localisatie in de capsula interna waren dus in het algemeen niet in tegenspraak met de bestaande opvattingen omtrent de localisatie en samenstelling van de capsula interna. Een kruising van de verbindingen van de gyrus centralis anterior en posterior, zoals door P f e i f f e r aangegeven, werd niet gevonden. Het onderzoek toonde enkele nieuwe eigenschappen van de verbindingen aan, die soms een nauwkeurige localisatie in de capsula interna en pedunculus cerebri mogelijk maakten.

SAMENVATTING.

In dit proefschrift werden de vezelstructuren van de pedunculus cerebri en de capsula interna van Macaca ira volgens de vezelanalytische methode van H ä g g q v i s t onderzocht. Om deze vezelstructuur te kunnen bestuderen was het nodig een snijrichting toe te passen, waarbij zoveel mogelijk vezels van de te onderzoeken structuren loodrecht worden getroffen. De toegepaste snijrichting „Capsula interna-snede" genaamd, ligt in de verschillende niveaux in een vlak loodrecht op het centrale deel van de capsula interna en op de gehele pedunculus cerebri. De richting van het vlak verandert steeds enigszins met de richting van de capsula interna, zodat eigenlijk niet van één snijvlak gesproken kan worden. Tevens waren door deze snede de meeste vezelsystemen in de stamgangliën en de thalamus loodrecht getroffen en voor analyse toegankelijk.

In de pedunculus cerebri kon op grond van de vezelpatronen een indeling in drie delen worden gemaakt, in grote trekken overeenkomend met die in een fronto-pontien, een pyramidaal en een temporo-pontien gebied. In het eerste gebied bleek de dikte der vezels en de verhouding van de vezelaantallen in de onderscheiden groepen, dus het vezelpatroon, van uiterst mediaal naar het middengebied geleidelijk te veranderen, doordat in genoemde richting zeer dunne vezels schaarser werden en de dikkere vezels in omvang en aantal toenamen. In het tweede gebied, het middengebied, werd een dergelijke verandering niet gevonden; het vezelpatroon was constant en vergeleken met de overige delen waren dikke vezels er relatief talrijk, dunnere schaars. In het derde gedeelte, het laterale gebied, was het vezelpatroon nagenoeg constant; dikke vezels waren er schaarser, dunne vezels talrijker dan in het middengebied.

Uit eenzijdige cortexablatie proeven bleek, dat alleen uit de motorische schors (area 4 van B r o d m a n n) een groot aantal vezels ontsprongen; zij maakten de meerderheid der vezels in het middengebied uit. Beperkte ablaties elders gaven nooit aanleiding tot waarneembare degeneraties in enig deel van de pedunculus cerebri. Duidelijke degeneraties daarin konden slechts worden verkregen door grote ablaties buiten area 4. Ablaties van de temporale en de occipitale lob (area 17 van B r o d m a n n), hoe uitgebreid ook, hadden geen degeneratie van vezels in de pedunculus cerebri ten gevolge.

Er werd vastgesteld dat de zogenaamde fronto-pontine baan ontspringt uit de gehele laterale schors, gelegen frontaal van de motorische zone. De zogenaamde temporo-pontine baan bleek te ontspringen uit de schors occipitaal van de motorische zone, area 17 en de temporale lob uitgezonderd. Omtrent de basale en mediale zijde van de hemispheer kon niets worden besloten, daar in deze streken geen ablaties zijn verricht.

Het blijkt dus bij bestudering van de degeneratie, dat de verschillende corticofugale verbindingen in de pedunculus cerebri gekenmerkt zijn door hun vezelpatroon.

In de capsula interna konden de drie genoemde gebieden ook aan hun vezelpatroon herkend worden in het meest distale niveau. In proximale richting, dus dichter naar de hersenschors, bleven deze gebieden te onderscheiden, maar er voegden zich verscheidene andere gebieden aan toe. De ablatie-experimenten aan de frontale, centrale en parietale winding bewezen, dat de erbij gekomen gebieden vezels bevatten van gelijke oorsprong als de oorspronkelijke uit de pedunculus cerebri, waarbij zij zich voegden. Daar bundeltjes met analoge vezelpatronen in de thalamus werden gevonden en de erbij gekomen gebieden pas in het niveau van de thalamus werden aangetroffen, werd aangenomen dat zij de verbinding tussen de schors en de thalamus bevatten. Naast deze toevoeging, die tot de vorming van de capsula interna s.s. leidde, werd gescheiden ervan een occipitaal vezelveld gevormd, dat de verbindingen bevatte tussen de occipitale, de occipito-temporale en de occipito-parietale schors enerzijds en het corpus geniculatum laterale en het pulvinar anderzijds.

Vezels tussen de temporale schors en het corpus geniculatum mediale bleken noch in de capsula interna noch in het occipitale vezelveld, maar tussen beide door in geheel andere richting te lopen.

De vezelverbindingen van de stamgangliën konden door hun patroon gemakkelijk worden herkend; die uit de globus pallidus namen niet deel aan de vorming van de capsula interna, daar zij hem slechts kruisten (kamsysteem van Edinger). De vezelbundels uit het striatum werden als afzonderlijke veldjes verspreid aangetroffen. Dicht bij de hersenschors, op de grens van de capsula interna en de corona radiata, kon worden waargenomen, dat de vezels van de thalamus en die van de pedunculus uit één schorsgebied zich vermengden en dat zo een ander vezelpatroon ontstond.

Vezelanalyse van de capsula interna in sneden die loodrecht staan op de meerderheid der vezels heeft dus aangetoond, dat op de grens tussen capsula interna en corona radiata de verbindingen van de schors met de thalamus en die, welke naar de pedunculus cerebri lopen, gemengd zijn. Proximaal in de capsula interna echter scheiden zich die voor de thalamus af van de anderen. Die van de parietale schors verlaten de capsula interna direct en doen nauwelijks mee aan zijn vorming. Die van de centrale windingen lopen een eindweegs mee, maar verlaten hem ongeveer in het niveau waar de baan van Türck erin komt. Distaal hiervan toont de capsula interna dus het zelfde beeld als de pedunculus cerebri, de vezels uit de stamgangliën uitgezonderd.

Het was niet mogelijk in de verbindingen tussen de schors en

de thalamus onderscheid te maken tussen thalamo-corticale en cortico-thalamische vezels.

Vezels voor het corpus subthalamicum en de substantia nigra konden niet worden getraceerd.

Het blijkt dus, dat ook in de capsula interna de verschillende verbindingen gekenmerkt zijn door hun vezelpatroon. Alle verbindingen bleken een eigen, karakteristiek vezelpatroon, dat van andere banen te onderscheiden is, te bezitten.

SUMMARY.

In this thesis fibrestructures of the cerebral peduncle and the internal capsule in Macaca ira were studied according to Häggqvist's method of fibreanalysis. In order to make this analysis possible it was necessary to cut the brainstem in a direction perpendicular to the majority of the fibres in both structures. This section called "Capsula interna section" is perpendicular to the fibres in the central part of the internal capsule and to all of the fibres of the cerebral peduncle. The direction of the plane of this section changes incessantly as the fibres of the internal capsule also change their direction when proceeding from proximal distally. In it the fibresystems within the basal ganglia and those within the thalamus lying in the vicinity of the capsule were also cut perpendicularly and were therefore available to fibreanalysis.

In this way within the cerebral peduncle three areas with a characteristic fibrepattern could be distinguished roughly corresponding to the fronto-pontine, the pyramidal and the temporopontine areas as described in human neuroanatomy.

In the first, the medial area, the size of the fibres and the relations of the numbers of fibres of different sizes (the fibrepattern) proved to change gradually from medial laterally. In this direction very thin fibres grew more rare whereas fibres of larger sizes increased both in number and in size.

In the second area, the middle area, a similar change was not found, the fibrepattern was consistent throughout it but when compared with the other parts thick fibres were relatively numerous and thin ones relatively rare.

In the lateral area the fibrepattern was about equal everywhere but thick fibres were less and thin ones more numerous than in the middle area. Unilateral cortical ablations demonstrated that only from the motor cortex, Brodmann's area 4, large numbers of fibres arose, constituting the majority of the fibres within the middle area. Ablations of moderate dimensions everywhere else were incapable to cause appreciable degenerations of fibres within the cerebral peduncle, conspicuous degenerations could only be effectuated by extensive cortical ablations.

Even large ablations either within area 17 or within the temporal lobe failed to cause changes in the fibrecontent of the cerebral peduncle.

It could be determined that the fronto-pontine tract took its origin from whole the lateral cortex frontal to the motor area and the so-called temporo-pontine tract from the cortex occipital to that area, the area striata (area 17) and the temporal lobe excepted.

As ablations at the medial and the basal side of the cerebral hemisphere were not carried out, about these parts of the cerebral cortex nothing can be concluded.

As the ablations prove that the three fibroarchitectural areas

correspond to the three different fibresystems present in the cerebral peduncle it may be concluded that these fibresystems are characterized by there fibrepattern.

Within the internal capsule the three areas could be distinguished in its distal level. Proceeding in the proximal direction toward the cerebral cortex these areas were still conspicuous but at various levels other fibrebundles joined them. The cortical ablations showed that these bundles were of the same origin as the ones they joined as far as the frontal lobe, the precentral convolution and the parietal lobe were concerned. The bundles joined the internal capsule only at the level of the thalamus and similar bundles were found within the thalamus, therefore it was concluded that they consisted of fibres connecting the thalamus and the cortex cerebri. Besides these bundles, that together with those already recognized in the peduncle formed the internal capsule, an occipital fibrefield was found separated from the capsule. It proved to contain the fibreconnections between the occipital, the occipito-temporal and the occipito-parietal cortical areas with the lateral geniculate body and the pulvinar thalami.

The fibres connecting the temporal cortex and the medial geniculate body were found to travel neither in the internal capsule nor in the occipital fibrefield. They were found to proceed in an entirely different direction and to pass between the capsule and the occipital field.

The fibresystems originating within the basal ganglia could be very easily distinguished from those within the internal capsule already described. Those from the globus pallidus did not take part in the formation of the internal capsule as they only crossed it (Edinger's combsystem), those from the striatum were found in small bundles scattered through the capsule. Because of the very small size of their fibres they were readily distinguished from all other fibresystems present.

At the boundary of the internal capsule and the corona radiata the fibrebundles connected with the thalamus and those from the cerebral peduncle originating in the same cortical area blended and could no longer be distinguished as separate bundles. However fibrepatterns of the bundles connected with different cortical areas were still different from each other and as such characteristic.

The fibreanalysis of the internal capsule allowed the following conclusions.

At the boundary of the corona radiata and the internal capsule connections of a given area of the cerebral cortex with the thalamus and those with the cerebral peduncle are mixed. In a proximal level of the internal capsule they separate and the fibres connected with the thalamus leave the capsule to enter the thalamus. Those connected with the parietal cortex leave the capsule in a level close to its transition to the corona radiata and in this way hardly

participate in the formation of the capsule. Those connected with both central convolutions travel in it for a short distance and leave it at the level where the so-called temporo-pontine tract joins it.

Distal to this level the internal capsule has the same fibrecontent and offers the same fibroarchitectural picture as the cerebral peduncle the fibres from the basal ganglia excepted.

Unfortunately it proved to be impossible to distinguish the thalamo-cortical from the cortico-thalamic fibres in the bundles connecting the cortex and the thalamus.

Fibres leaving the internal capsule to enter either the corpus subthalamicum or the substantia nigra could not be found.

As was the case with the cerebral peduncle also within the internal capsule each fibresystem proved to have its own characteristic fibrepattern differing from those of all other systems present.

RÉSUMÉ.

Dans cette thèse la structure des fibres du pédoncule cérébral et de la capsule interne de Macaca ira a fait l'objet d'une étude selon la méthode de Häggqvist pour l'analyse des fibres. Pour réaliser cette analyse il fallait couper le tronc cérébral dans un sens perpendiculaire à la majorité des fibres, dans les deux structures.

Cette section intitulée „coupe de la capsule interne" a été réalisée perpendiculairement à la direction des fibres dans la partie centrale de la capsule interne et dans tout le pédoncule cérébral.

En outre, la plupart des systèmes fibreux des noyaux gris centraux et de la couche optique avait été intéressés ce qui permettait l'analyse des fibres. Cette intervention donnait la possibilité de distinguer dans le pédoncule cérébral trois aires d'une structure fibrillaire différente, correspondant en gros aux aires fronto-pontines, pyramidales et temporopontines de la neuro-anatomie humaine.

La première région, la région interne, montrait de son pourtour externe vers la région moyenne une modification graduelle de l'épaisseur et de la répartition des fibres de différente taille, c'est à dire du „type de groupement des fibres". Dans cette direction les fibres très minces diminuaient en nombre, tandis que les fibres de plus grand diamètre augmentaient en nombre et en dimension.

La seconde région, la région moyenne, ne révélait pas de telles modifications; le type de groupement des fibres y était constant, mais en comparaison avec les autres parties, les fibres épaisses y étaient relativement plus nombreuses, les fibres minces raréfiées.

Dans la troisième région, la région externe, le „type de groupement" des fibres ne révélait que des variations insignifiantes, les fibres épaisses étaient moins nombreuses que dans la région moyenne, tandis que les fibres minces étaient plus nombreuses.

Les ablations corticales unilatérales démontraient qu'une grande quantité de fibres, notamment la majorité des fibres de l'aire centrale, provenait uniquement de l'écore motrice, „l'aire 4 de B r o d m a n n".

Les ablations de petites dimensions des autres aires corticales ne causaient pas de dégénérescences appréciables, grandes ablations seulement étant capable de causer les dégénérescences. Les grandes ablations, soit dans l'aire 17, soit dans le lobe temporal, étaient incapables de causer des modifications dans le contingent des fibres du pédoncule cérébral.

On constatait l'origine de ce que l'on considère comme „faisceau fronto-pontin" dans toute l'écorce latérale frontale de la zone motrice, tandis que le faisceau considéré comme „temporo-pontin" tirait son origine de l'écorce occipitale de cette aire, à la seule exception de l'aire 17 et du lobe temporal.

Il n'y a pas d'observation relative au côté basal et médian de l'hémisphère cérébral, des ablations dans cette région n'ayant pas été faites.

Ainsi les ablations prouvent que les différents faisceaux de fibres corticofuges du pédoncule cérébral sont caractérisés par le „type de groupement" de leurs fibres.

On reconnaissait au „type de groupement" de leurs fibres les trois régions mentionnées ci-dessus encore dans la capsule interne en son niveau distal.

Ces aires restaient facilement discernables dans la région la plus proche de l'écorce cérébrale, mais d'autres faisceaux s'y adjoignaient. Les ablations corticales démontraient que ces derniers faisceaux avaient la même origine corticale que les faisceaux de la capsule interne, au moins en ce qui concerne les circonvolutions frontales, centrales et pariétales.

Etant donné que ces faisceaux se joignaient à la capsule à la hauteur de la couche optique et qu'on trouvait des faisceaux semblables dans la couche optique, on peut admettre qu'ils sont composés de fibres unissant la couche optique et l'écorce cérébrale.

Outre ces faisceaux, qui avec ceux déjà reconnus dans le pédoncule cérébral, constituaient la capsule interne, on trouvait un territoire de fibres occipitales séparé de la capsule. Ce territoire contenait les connexions entre les aires corticales occipitales, occipito-temporales et occipito-pariétales avec le corps géniculé latéral et le pulvinar de la couche optique.

Les fibres de connexion entre l'écorce temporale et le corps géniculé médian ne se montraient ni dans la capsule interne ni dans le territoire de fibres occipital. Elles se répartissaient dans une direction totalement différente et passaient entre la capsule et le territoire occipital.

Les systèmes de fibres qui prenaient leur origine dans les noyaux gris centraux se distinguaient facilement de ceux de la capsule interne, les fibres du globus pallidus ne prenaient pas part à la formation de la capsule interne, elles la croisaient (système en peigne d'Edinger). Les fibres du striatum formaient de minces faisceaux dispersés dans la capsule. On les distinguait facilement, par la finesse de leurs fibres, de tout autre système de fibres présent.

A la limite de la capsule interne et de la couronne radiée, près de l'écorce cérébrale, les fibres de la couche optique et du pédoncule d'une aire corticale commune, se mêlaient et il se formait ainsi un „type de groupement" de fibres différent.

L'analyse des fibres de la capsule interne permettait les conclusions suivantes:

A la limite de la couronne radiée et de la capsule interne, les connexions de l'écorce cérébrale avec la couche optique et celles avec le pédoncule cérébral s'entremêlent. A un niveau proximal par rapport à la capsule interne, les fibres se séparent, et celles

reliées avec la couche optique quittent la capsule interne pour entrer dans la couche optique. Celles qui sont en connexion avec l'écorce pariétale quittent la capsule tout de suite et participent à peine à sa formation. Celles liées avec les deux circonvolutions centrales font un bout de chemin avec elles, mais quittent la capsule interne à peu près au niveau de l'union de la capsule avec le faisceau temporo-pontin.

Distalement par rapport à ce niveau, la capsule interne présente la même structure fibro-architectonique que le pédoncule cérébral à la seule exception des fibres des noyaux gris centraux.

Il était malheureusement impossible de distinguer les fibres thalamo-corticales et cortico-thalamiques dans les connexions de l'écorce cérébrale et la couche optique.

On n'a pas reconnu de fibres sortant de la capsule interne et entrant soit dans le corps subthalamique, soit dans la substance noire.

Il a été prouvé que les différents faisceaux de connexions de la capsule interne ainsi que du pédoncule cérébral ont leur „type de groupement de fibres" caractéristique et entièrement différent de tout autre système présent.

BIBLIOGRAPHIE.

BECK, E.: The origin, course and termination of the prefronto-pontine tract in the human brain. Brain, 73: 368—391, 1950.

BIEMOND, A.: Experimentell-anatomische Untersuchungen über die corticofugalen optischen Verbindungen bei Kaninchen und Affen. Ztschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiat. 129: 65—127, 1930.

BRODMANN, K.: Vergleichende Localisationslehre der Groszhirnrinde. Leipzig, Barth, 1909.

BUCY, P. C. and KLÜVER, H.: Anatomic changes secondary to temporal lobectomy. Arch. Neur. Psychiat. 44: 1142—1146, 1940.

DÉJERINE, J.: Anatomie des centres nerveux. Paris, J. Rueff, 1901.

DROOGLEEVER FORTUYN, J.: The systematic arrangement of fibers in capsula interna, thalamus opticus and pes pedunculi. Proc. Kon. Acad. v. Wetenschappen. Vol. 41, No. 10: 3—12, 1146—1155, 1938.

GOBBEL, G. W. and LILES, G. W.: Efferent fibers of the parietal lobe of the cat (Felix Domesticus). J. Neurophysiol. 8: 257—266, 1945.

HÄGGQVIST, G.: Faseranatomische Studien über die Pyramidebahn. Acta psychiat. et neurol. 12: 457—466, 1937.

HOLLANDER, F d' et RUBBENS, T.: Recherches anatomo-expérimentales sur la constitution du pédoncule cérébral et ses contingents sousthalamiques. Rev. neurol. 2 : 400—401, 1926.

KENNARD, M. A.: Corticospinal fibers arising in the premotor area of the monkey. Arch. Neur. Psychiat. 33: 698—711, 1935.

KIRSCHBAUM, W. R. and VON BONIN, G.: Bilateral destruction of the prefrontal areas and subsequent thalamic changes. J. Neuropath. Exper. Neurol. 6: 207—208, 1947.

LASSEK, A. M. and RASMUSSEN, J. L.: A comparative and numerical fiber analysis of the pyramidal tract. J. Comp. Neur. 72: 417—428, 1940.

— The pyramidal tract. 5. The effect of pre- and postcentral cortical lesions on the fiber components of the pyramids in the monkey. J. Nerv. Ment. Dis. 95: 721—729, 1942.

— and EVANS, J. P.: The human pyramidal tract. 12. The effect of hemispherectomies on the fiber components of the pyramids. J. Comp. Neurol. 83: 113—118, 1945.

— ,HARD, W. H., and CHARLESTON, S. C.: The pyramidal tract. A study of the sensitivity of neurons to trauma in a cat with a comparison of methods. J. Neuropath. & Exper. Neurol. 457— 462, 1948.

— A study of the effect of complete frontal lobe extirpation on the fiber components of the pyramidal tract. J. Comp. Neur. 96: 121—126, 1952.

LE GROS CLARK, W. E.: The structure and connections of the thalamus. Brain. 55: 406—470, 1932.

— and BOGGON, R. H.: On the connection of the anterior nucleus of the thalamus. J. Anat. 67: 215—226, 1932.

— On the connection of the medial cell groups of the thalamus. Brain. 56: 83—98, 1933.

— and BOGGON, R. H.: The thalamic connections of the parietal and frontal lobes of the brain in the monkey. Philosophical Tr. Roy. Soc. London. Series B 224: 313—359, 1935.

— The thalamic connections of the temporal lobe of the brain in the monkey. J. Anat. 70: 447—464, 1935/36.

—and NORTHFIELD, D. W. C.: The cortical projection of the pulvinar in the macaque monkey. Brain. 60: 126—142, 1937.

LEVIN, P. M.: The efferent fibers of the frontal lobe of the monkey (Macaca mulatta). J. Comp. Neur. 63: 369—419, 1936.

— and BRADFORD, F. K.: The exact origin of the cortico spinal tract in the monkey. J. Comp. Neur. 68: 411—422, 1938.

LEMMEN, L. J.: An anatomical and experimental study of temporal and occipital association areas. J. Comp. Neur. 95: 521—560, 1951.

METTLER, F. A.: Corticofugal fiber connections of the cortex of Macaca mulatta. The occipital region. J. Comp. Neur. 61: 221—256, 1935.
— Corticofugal fiber connections of the cortex of Macaca mulatta. The parietal region. ibid. 61: 509—542, 1935.
— Cortiofugal fiber connections of the cortex of Macaca mulatta. The parietal region. ibid. 62: 263—291, 1935.
—Corticofugal fiber connections of the cortex of Macaca mulatta. The temporal region. ibid. 63: 25—47, 1935.
— On the origin of the fibers in the pyramid of the primate brain. Proc. Soc. Exper. Biol. & Med. 57: 111—113, 1944.
— Extracortical connections of the primate frontal central cortex I. Thalamo-cortical connections. J. Comp. Neur. 85: 95—117, 1947.
— Extracortical connections of the primate frontal central cortex II. Corticofugal connections. ibid. 86: 119—126, 1947.
MEYER, A. and McLARDY, T.: Leucotomy as an instrument of research. Proc. Roy. Soc. Med. 40: 7, 1947.
—, BECK, E. and McLARDY, T.: Prefrontal leucotomy a neuro-anatomical report. Brain. 70: 18—49, 1947.
MEYER, M.: A study of efferent connections of the frontal lobe in the human brain after leucotomy. Brain. 72: 265—290, 1949.
MINKOWSKI, M.: Etude sur les connections anatomiques des circonvolutions Rolandiques, pariétales et frontales. Schweiz. Arch. f. Neurol. u. Psychiat. 12: 17—104, 227—269; 14: 255—278; 15: 97—132, 1923. 1924.
MINCKLER, J., KLEMME, K. M. and MINCKLER, D.: The course of efferent fibers from the human premotor cortex. J. Comp. Neur. 81: 259—278, 1944.
PAPEZ, J. W. and RUNDLES, R. W.: Fiber and cellular degeneration following temporal lobotomy in the monkey. J. Comp. Neur. 68: 267—297, 1938.
PEELE, T. L.: Cytoarchitecture in individual parietal areas in the monkey (Macaca mulatta) and the distribution of the efferent fibers. J. Comp. Neur. 77: 693—737, 1942.
PFEIFFER, R. A.: Myelogenetisch-anatomische Untersuchungen über den zentralen Abschnitt der Taststrahlung, der Pyramidenbahn, der Hirnnerven und zusätzlichen motorischen Bahnen. Nova Acta Leopoldina. Neue Folge I: 341—473, 1934.
POLIAK, S.: The main afferent fiber systems of the cerebral cortex in primates. Univ. of Calif. Publ. in Anat. Vol. 2. 1932.
SUNDERLAND, S.: The projection of the cerebral cortex on the pons and cerebellum in the Macaque monkey. J. Anat. 74: 201—226, 1940.
SWANK, R. L.: The pyramidal tracts. An experimental study of the cortico-spinal and other components in the rabbit. Arch. Neurol. & Psychiat. 361: 531—541, 1936.
UESUGI, M.: Uber die corticalen extrapyramidalen Fasern aus den sogenannt sensiblen Rindenfeldern (Area 1 und 2) beim Affen. Anat. Anz. 84: 179—197, 1937.
VERHAART, W. J. C.: On thick and thin fibers in the pyramidal tract. Acta psychiat. et neurol. 22: 271—281, 1947.
— The pes pedunculi and pyramid. J. Comp. Neur. 88 : 139—156, 1948.
—The pes pedunculi and pyramid in Hylobates. ibid. 89: 71—78, 1948.
— Fiber analysis of the basal ganglia. ibid. 93: 425—440, 1950.
— Fiberstructure of the cord in the cat. Acta Anat. 1953. (in press)
VERHAART, W. J. C. and KENNARD, M. A.: Corticofugal degeneration following thermocoagulation of areas 4, 6 and 4-s in Macaca mulatta. J. Anat. 74: 239—254, 1940.
WALKER, A. E.: The retrograde cell degeneration in the thalumus om Macacus rhesus following hemi-decortication. J. Comp. Neur. 62: 407—419, 1935.
— An experimental study of the thalamo-cortical projection of the macaque monkey. ibid. 64: 1—40, 1936.
— The projection of the medial geniculate body to the cerebral cortex in the macaque monkey. J. Anat. 71: 319—331, 1937.

— The thalamus of the Chimpanzee I. Termination of the somatic afferent systems. Confinia Neurol. Vol. I: 99—127, 1938.
— The thalamus of the Chimpanzee II. Its nuclear structure, normal and following hemi-decortication. J. Comp. Neur. 69: 487—507, 1938.
— The thalamus of the Chimpanzee IV. Thalamic projections to the cerebral cortex. J. Anat. 73: 37—93, 1938.
YAKOVLEV, P. I., HAMLIN, H. and SWEET, W. H.: Frontal lobotomy. J. Neuropath. & Exper. Neurol. 9: 250—285, 1950.

INHOUD

Blz.

HOOFDSTUK I 9

Literatuuroverzicht en Probleemstelling.

A. Literatuuroverzicht. 9

B. Probleemstelling. 24

HOOFDSTUK II 26

Methodiek.

HOOFDSTUK III 37

De vezelstructuur van de pedunculus cerebri.

A. De vezelstructuur van de normale pedunculus cerebri. . 37

B. Veranderingen in de pedunculus cerebri na corticale ablaties. 42

C. Conclusies. 47

HOOFDSTUK IV 51

De vezelstructuur van de capsula interna.

A. De vezelstructuur van de normale capsula interna. . . . 58

B. Veranderingen in de capsula interna na corticale ablaties. 63

C. Bespreking van de verkregen resultaten. Conclusies. 69

Samenvatting. 82

Summary. 85

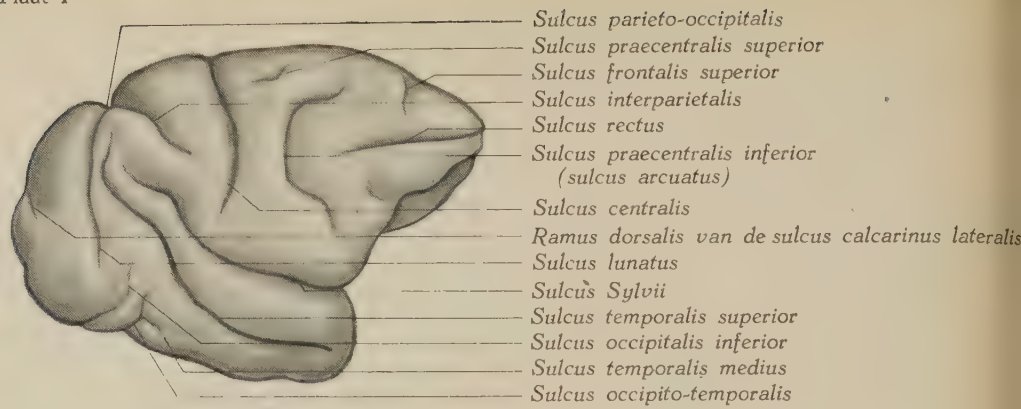
Résumé. 88

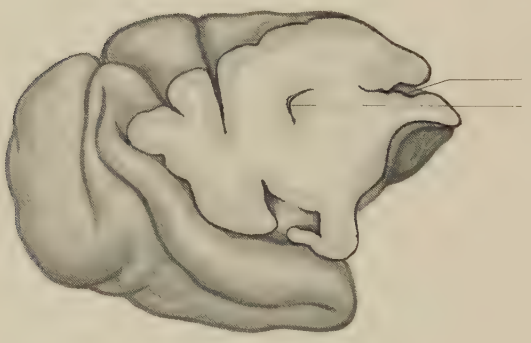
Bibliographie. 91

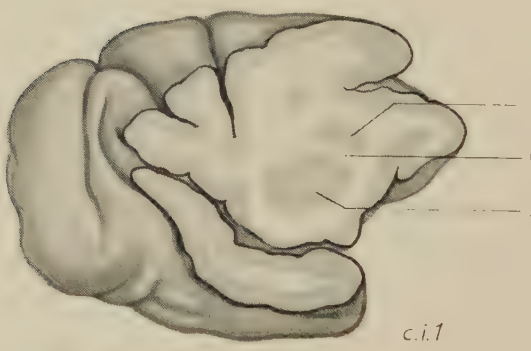
DRUKKERIJ „DE SLEUTELSTAD" - NIEUWE RIJN 78 - LEIDEN

PLAAT I - XI.

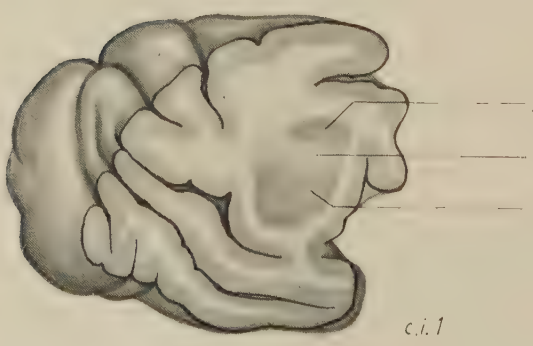
Plaat I



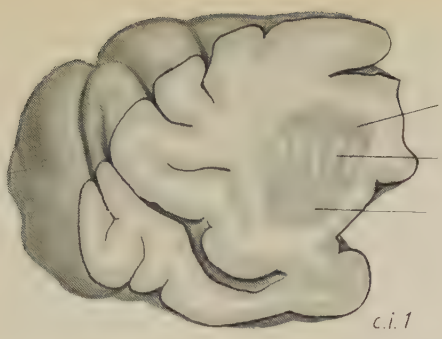


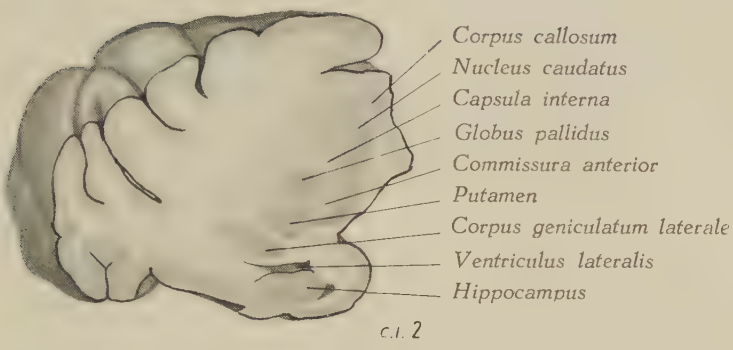


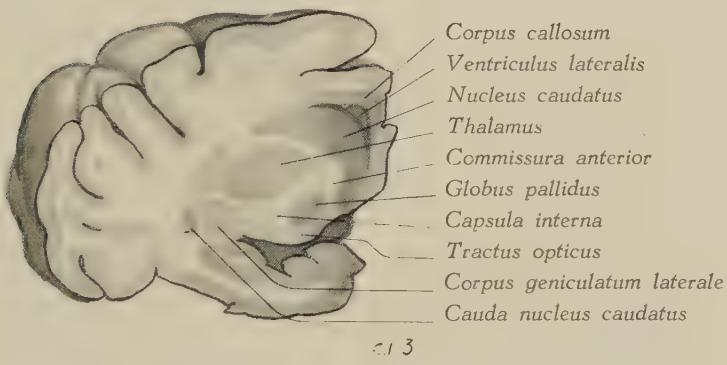
c.i.1

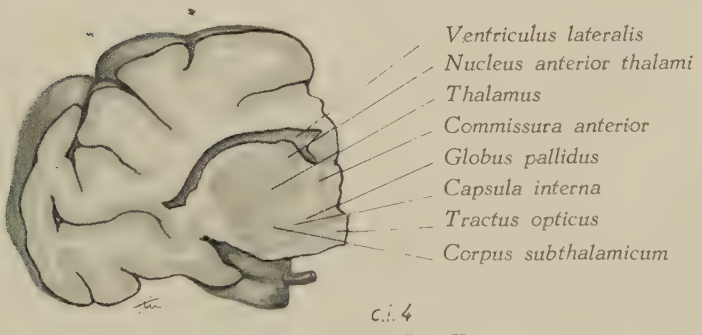


c.i.1



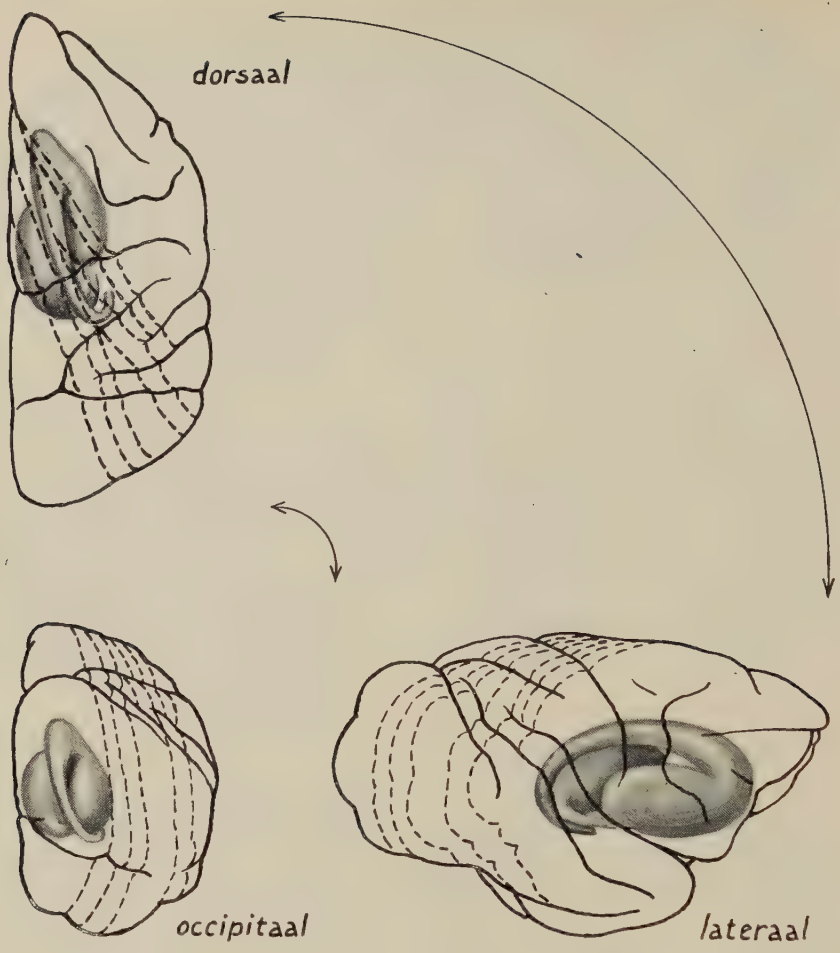






Plaat I en II.

Rechter hemispheer van Macaca ira. Verschillende niveaux van de capsula interna-snede, zoals zij zich voordoen aan het frontale vlak van de snede.



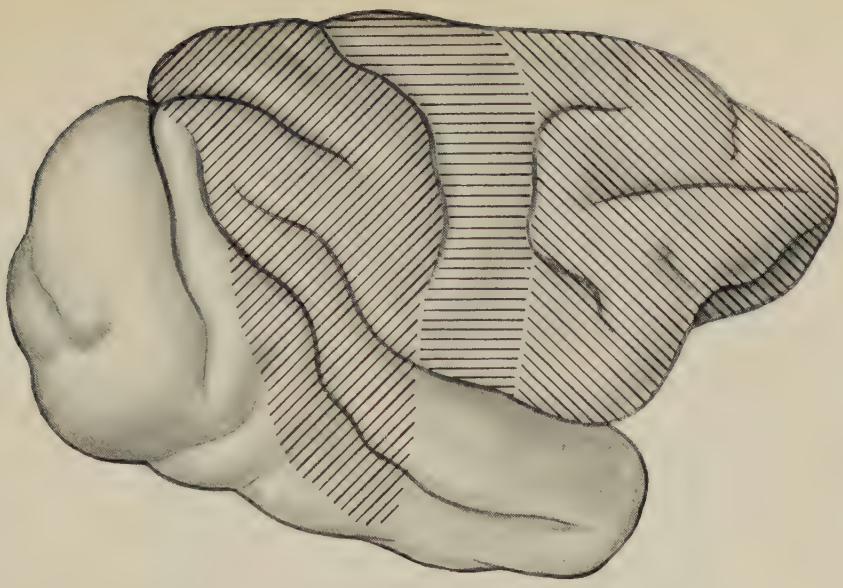
Plaat III.

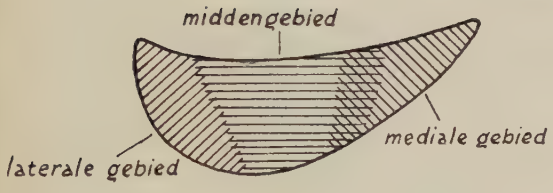
Occipitaal, lateraal en dorsaal aanzicht van de rechter hemispheer van een Macaca ira, waarop aangegeven de richting van de capsula interna-snede in de verschillende niveaux ten opzichte van de thalamus, de nucleus caudatus, het putamen en de configuratie van de convexiteit.

Plaat IV.

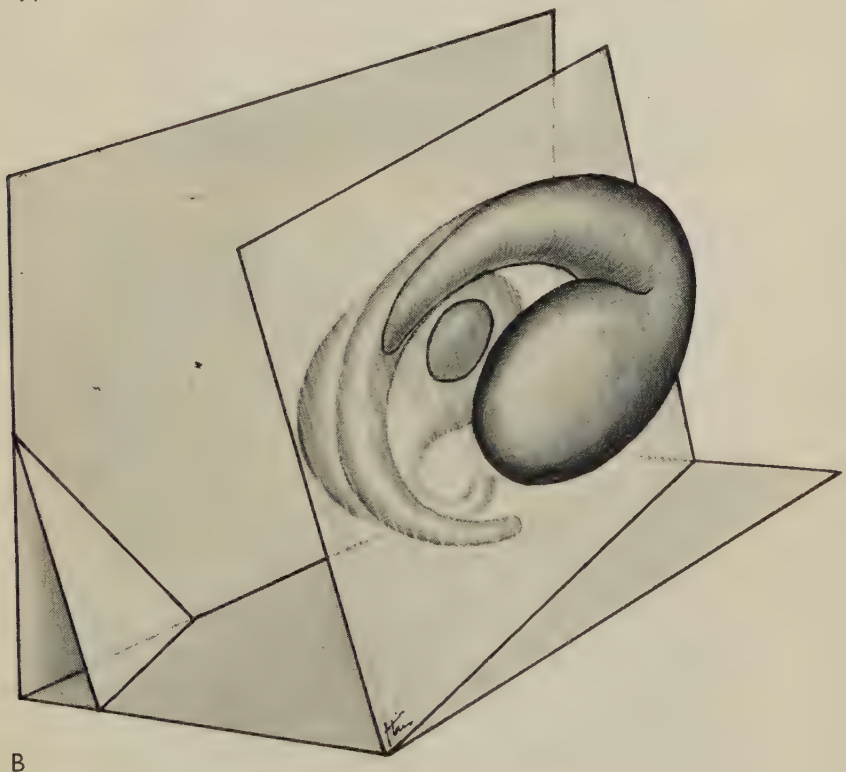
A. Op de laterale zijde van de hemispheer is door verschillende arcering het oorsprongsgebied van de vezels in het mediale, midden- en laterale gebied van de pedunculus cerebri aangegeven. Vezels, die meer frontaal in de frontale cortex ontspringen, zijn meer mediaal in de pedunculus cerebri te vinden. De frontale grens van de oorsprong van het laterale gebied in de lobus temporalis, evenals de occipitale grens in het occipito-parietale en occipito-temporale gebied, kan niet nauwkeurig aangegeven worden. In de pedunculus cerebri is door overeenkomstige arcering de localisatie van de vezels uit de genoemde gedeelten der cortex cerebri aangegeven.

B. Schema waarin aangegeven de richting van de capsula interna-snede ten opzichte van de thalamus, de nucleus caudatus en het putamen. Getekend is een snijvlak in het niveau Ci 2, dat de thalamus proximaal juist doorsnijdt.





A



B

Plaat V.

A. Frontale coupe van het mesencephalon ter hoogte van de nervus oculomotorius. In de pedunculus cerebri, waar de vezels dwars getroffen zijn, is het licht gekleurde middengebied te onderscheiden van het donker gekleurde mediale en laterale gebied. Mediaal zijn de vezels van de nervus oculomotorius overlangs getroffen. Lateraal zijn, dorsaal van het laterale gebied, de dwars getroffen vezels van de lemniscus medialis zichtbaar.

a = de grens tussen het midden- en mediale gebied.
b = de grens tussen het midden- en laterale gebied.

Vergroting 13 ×.

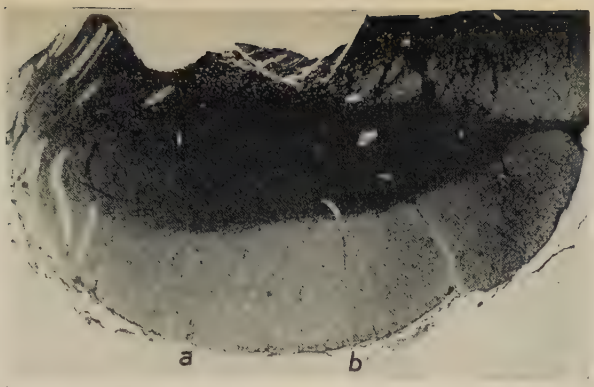
B. Overgang van het midden- in het laterale gebied van de pedunculus cerebri. Middengebied in de linker bovenhoek, laterale gebied in de rechter onderhoek van het beeld. Men ziet de plotselinge afname van het aantal dikke vezels en de toename van het aantal dunne vezels in het laterale gebied vergeleken met de verhoudingen in het middengebied (men vergelijke ook plaat VI F en E).

Vergroting 90 ×.

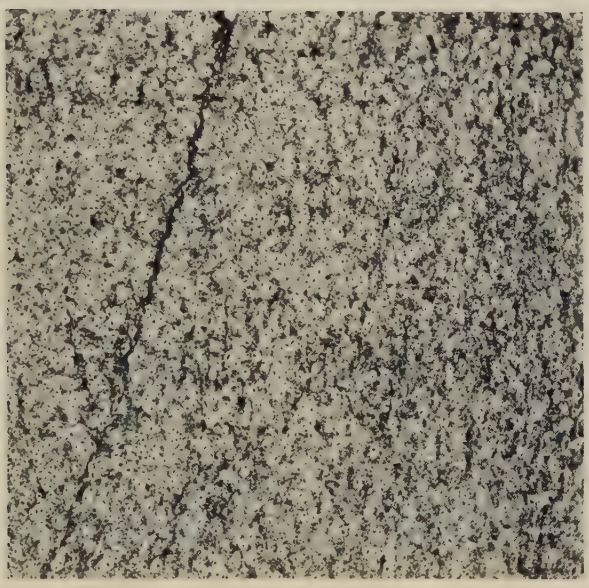
C. Overgang van het midden- in het mediale gebied van de pedunculus cerebri. In de rechter onderhoek van de afbeelding is het vezelpatroon van het middengebied zichtbaar; links boven het vezelpatroon van het meest lateraal gelegen gedeelte van het mediale gebied. Men ziet in het mediale gebied afname van het aantal en de diameter der dikke vezels en toename van het aantal dunne vezels (men vergelijke ook plaat VI F en A).

Vergroting 90 ×.

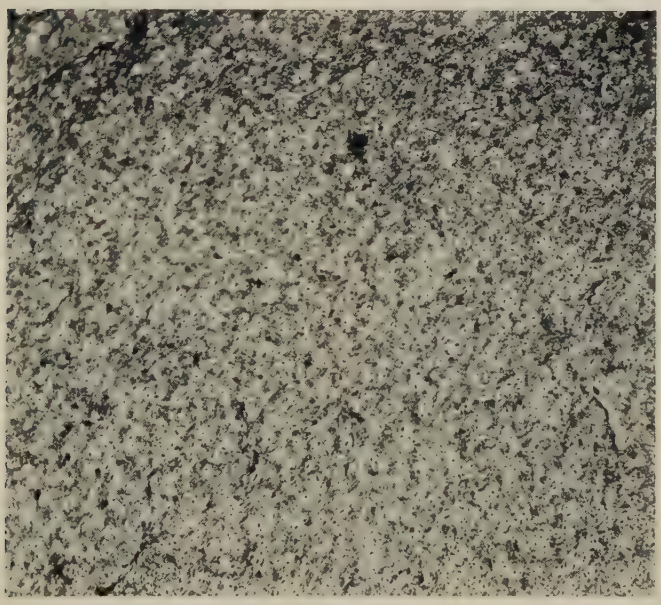
De afgebeelde foto's zijn alle gemaakt van praeparaten, die gekleurd zijn volgens de methode van Häggqvist. Alle coupes hebben een dikte van 4μ.



A



B



C

Plaat VI.

A., B., C., D. Vezelpatronen van het mediale gebied. Men ziet achtereenvolgens de vezels van 8μ, 6—7μ en 3—5μ verdwijnen en de vezels van 1μ in toenemende mate overwegen. De afbeeldingen geven in genoemde volgorde de veranderingen van het vezelpatroon in latero-mediale richting aan.

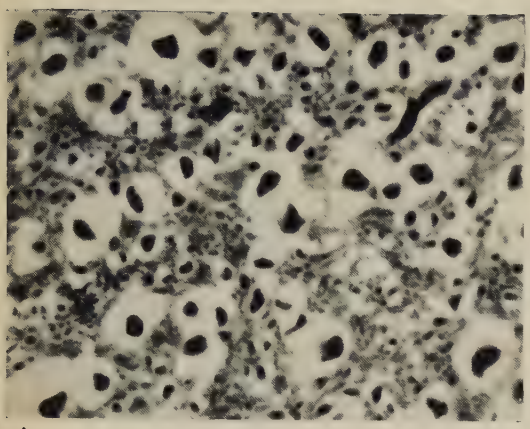
Vergroting 660 ×.

E. Vezelpatroon van het laterale gebied op de overgang naar het middengebied; gekenmerkt door het ontbreken van vezels van 8μ en groter, sterk overwegen van vezels met een diameter van 1μ en 2μ en constante verhoudingen van de vezelaantallen der groepen in het gehele gebied.

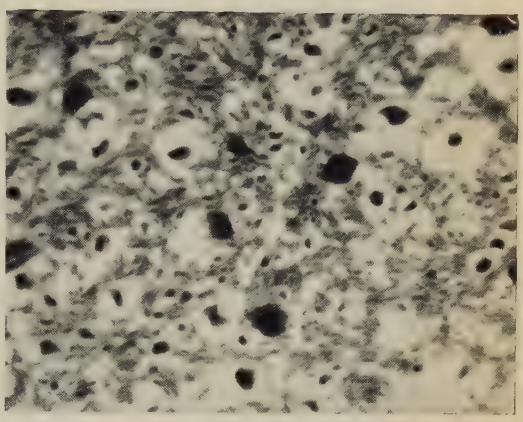
Vergroting 660 ×.

F. Vezelpatroon van het middengebied. Gekenmerkt door het voorkomen van een groot aantal vezels van 8μ en groter; constante verhouding der groepen in het gehele gebied; schaars zijn van vezels met een diameter van 1μ ten opzichte van het aantal van deze vezels in het mediale en laterale gebied.

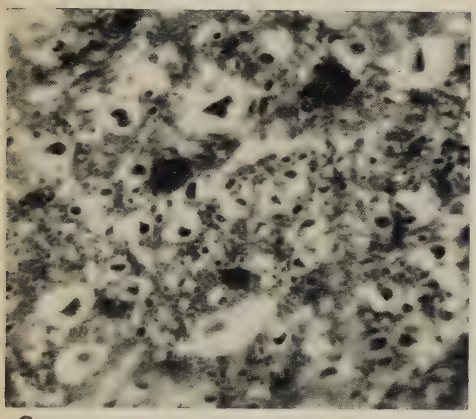
Vergroting 660 ×.



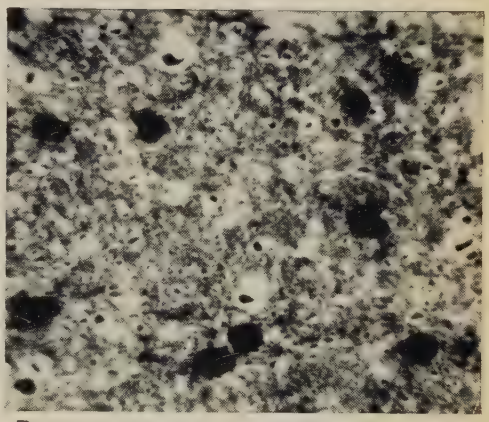
A



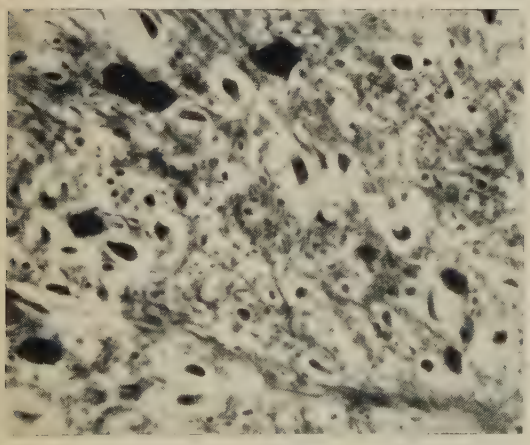
B



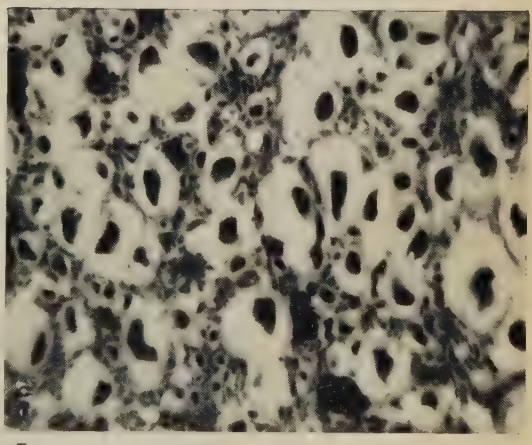
C



D



E



F

Plaat VII.

A. De capsula interna met aangrenzende kernen in het niveau Ci 4 ter hoogte van het corpus subthalamicum.
Beschrijving bladzijde 51. Vergelijk figuur 5.

Vergroting 5 ×.

B. De capsula interna en het occipitale veld met aangrenzende kernen in het niveau Ci 3. Frontaal is het crus anterior zichtbaar. In de capsula interna is duidelijk het lichte middengebied van het donkere frontale en occipitale gebied te onderscheiden. Ook het occipitale veld, door een kapsel van de capsula interna in engere zin gescheiden, is duidelijk te zien.
Beschrijving bladzijde 56. Vergelijk figuur 5.

Vergroting 3,5 ×.

C. Vezelpatroon van het occipitale gebied in het niveau Ci 3. Het patroon komt overeen met het vezelpatroon van het laterale gebied in de pedunculus cerebri.

Vergroting 337 ×.

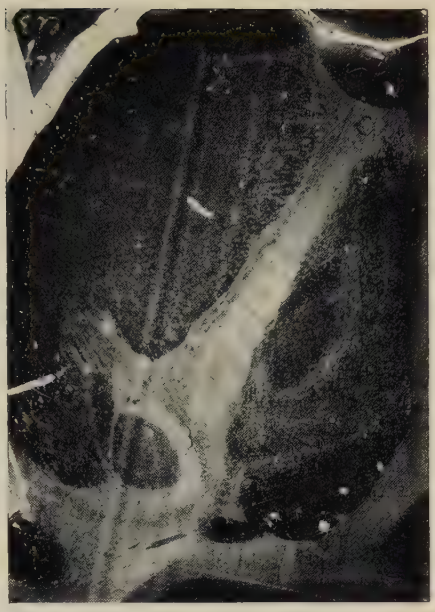
D. Vezelpatroon van het middengebied in de distale gedeelten van Ci 3. Het patroon komt overeen met dat van het middengebied in de pedunculus cerebri.

Vergroting 337 ×.

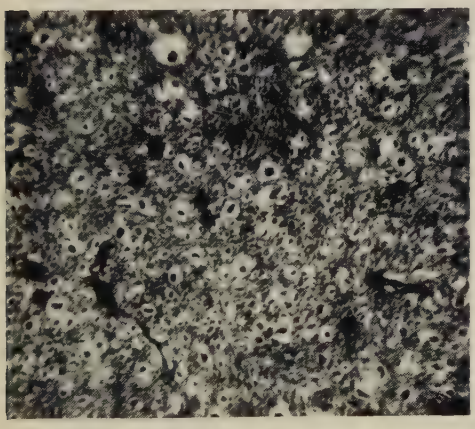
E. Vezelpatroon van de verbindingen van het corpus geniculatum laterale met area 17 in het occipitale veld. De verbindingen zijn gekenmerkt door haar samenstelling uit hoofdzakelijk middeldikke en dunne vezels.

Vergroting 730 ×.

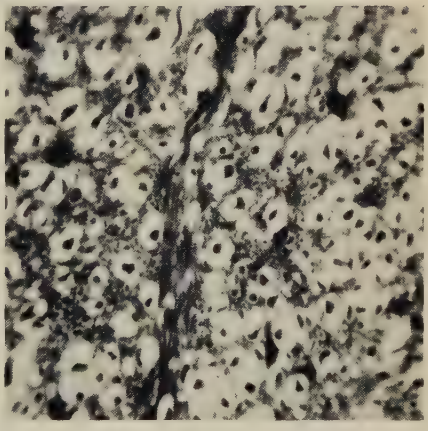
A



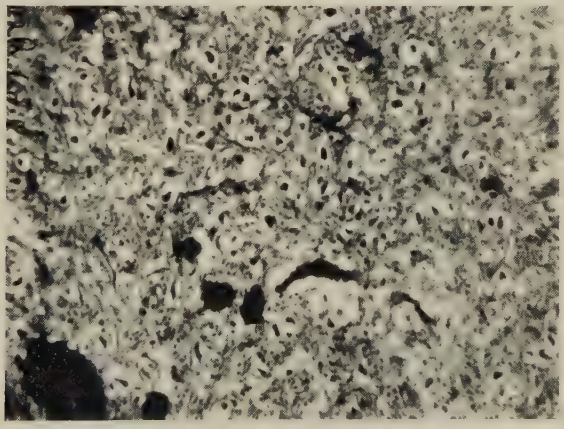
B



C



D



E

Plaat VIII.

A. Capsula interna met aangrenzende kernen in het niveau Ci 2. Het donker gekleurde frontale gebied in het crus anterior is duidelijk te onderscheiden van het lichter gekleurde middengebied in het crus posterior. Occipitaal van de capsula interna is het occipitale veld getroffen (voor a, b en c zie respectievelijk Plaat VIII C en IX A en C).

Vergroting 4,3 ×.

B. Overzicht van het occipitale veld met overlangs getroffen vezelbundels, die area 17 en het corpus geniculatum laterale verbinden en dwars getroffen bundels, die het pulvinar met de occipito-parietale en occipito-temporale cortex verbinden.
Beschrijving bladzijde 57. Vergelijk figuur 5.

Vergroting 10 ×.

C. Het vezelgebied van het crus posterior in het niveau Ci 2 (aangegeven met de letter a in plaat VIII A) met corticofugale en corticopetale vezels van de gyrus centralis anterior. Er zijn twee gebieden te onderscheiden met elk een kenmerkend vezelpatroon.

a. Een gebied met een vezelpatroon, dat overeenkomt met het vezelpatroon van het middengebied in de pedunculus cerebri (corticofugale verbindingen met distale subcorticale kernen).

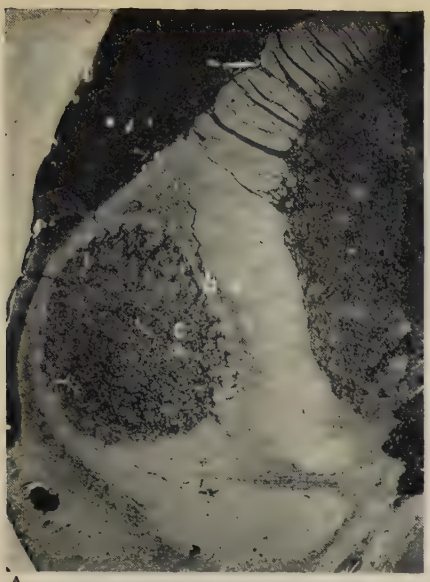
b. Een gebied met een vezelpatroon, dat ook in het aangrenzende gedeelte van de thalamus en lamina medullaris externa gevonden wordt (cortico-thalamische en thalamo-corticale verbindingen van de gyrus centralis anterior).

Het tweede gebied is in smalle banen tussen het eerste gebied gelegen. In de afbeelding strekt een dergelijke baan zich uit van de linker bovenhoek naar de rechter onderhoek.

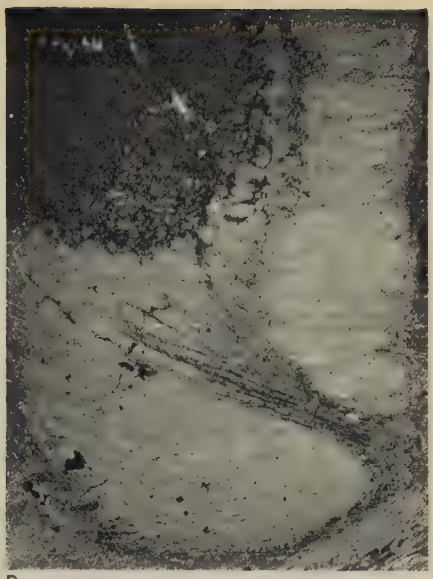
Vergroting 90 ×.

D. Vezelpatroon van de verbinding tussen de gyrus centralis anterior en de thalamus in het middengebied van de capsula interna. (Plaat VIII C).

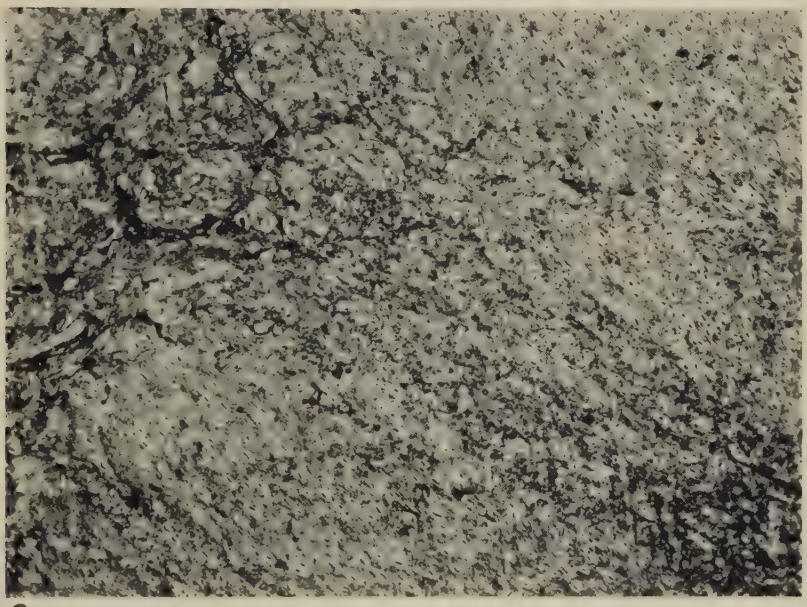
Vergroting 720 ×.



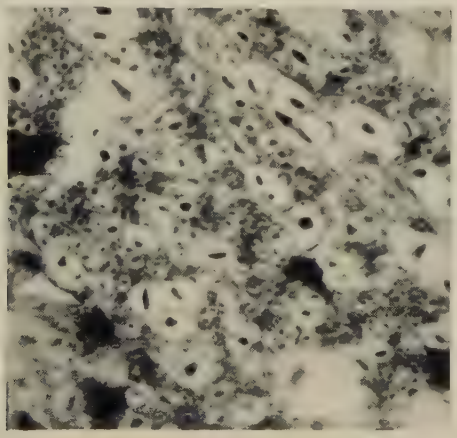
A



B



C



D

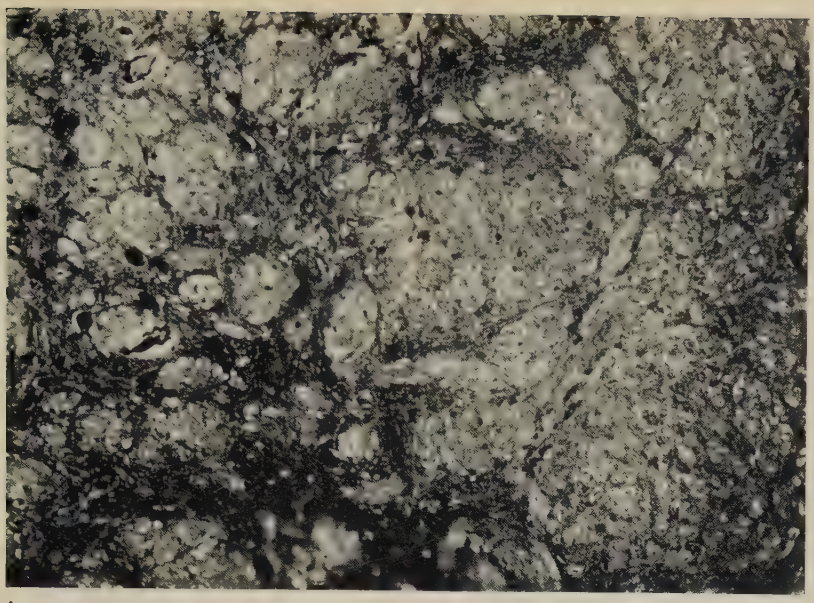
Plaat IX.

A. Overzicht van het gedeelte van de lamina medullaris externa (aangegeven met letter b in plaat VIII A), dat grenst aan het middengebied in het niveau Ci 2.
Vergroting 90 ×.

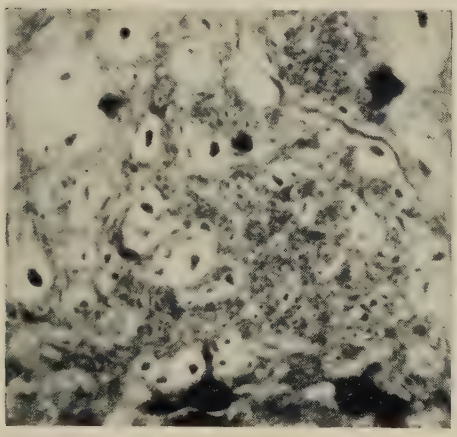
B. Vezelpatroon van de thalamo-corticale en cortico-thalamische verbindingen van de gyrus centralis anterior in het gedeelte van de lamina medullaris, dat aangegeven is in plaat IX A.
Vergroting 720 ×.

C. Overzicht van het gebied in de thalamus (aangegeven met de letter c in plaat VIII A), waar de cortico-thalamische en thalamo-corticale verbindingen met de gyrus centralis anterior gelocaliseerd zijn. Het gebied grenst aan het middengebied van de capsula interna in het niveau Ci 2. De vezels zijn voornamelijk verzameld in bundels, die hier dwars getroffen zijn.
Vergroting 65 ×.

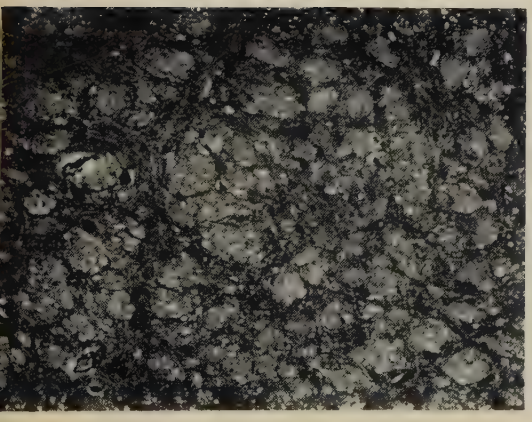
D. Vezelpatroon van de cortico-thalamische en thalamo-corticale verbindingen van de gyrus centralis anterior in het gedeelte van de thalamus, dat weergegeven is in de afbeelding IX C.
Vergroting 720 ×.



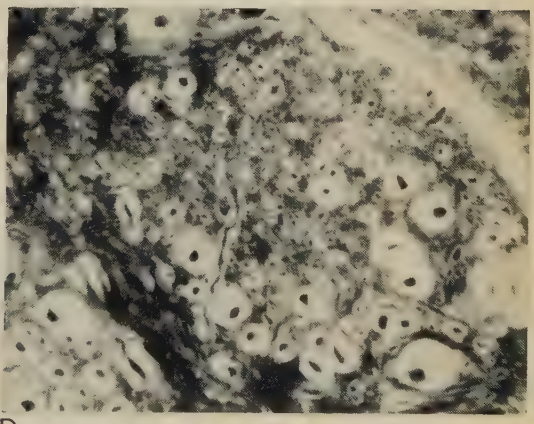
A



B



C



D

Plaat X.

A. Vezelpatroon van de verbindingen van het pulvinar met de occipito-parietale en occipito-temporale cortex in het gedeelte van het occipitale veld, dat grenst aan het pulvinar. De vezels van deze verbindingen liggen in het gebied met dwars getroffen vezels, dat zich tussen de overlangs getroffen bundels uitstrekt.

Vergroting 324 ×.

B. Het vezelpatroon in het pulvinar van de verbindingen van het pulvinar met de occipito-parietale en occipito-temporale cortex. De vezels zijn verzameld in kleine bundeltjes, waarvan er hier één dwars getroffen is.

Vergroting 450 ×.

C. Vezelpatroon van de verbindingen tussen de thalamus en de gyrus centralis posterior en van de verbindingen tussen de gyrus centralis posterior en de distale subcorticale kernen. Het patroon van de eerstgenoemde verbindingen onderscheidt zich door het voorkomen van een aantal dikke vezels van het patroon van laatstgenoemde verbindingen. Zij zijn proximaal in het niveau Ci 3 getroffen in het occipitale gebied.

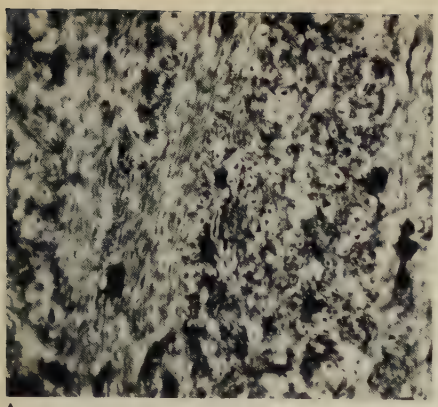
Vergroting 324 ×.

D. Vezelpatroon van de verbindingen tussen de thalamus en de gyrus centralis posterior in het gedeelte van de lamina medullaris externa, dat grenst aan het occipitale gebied van de capsula interna in het niveau Ci 3.

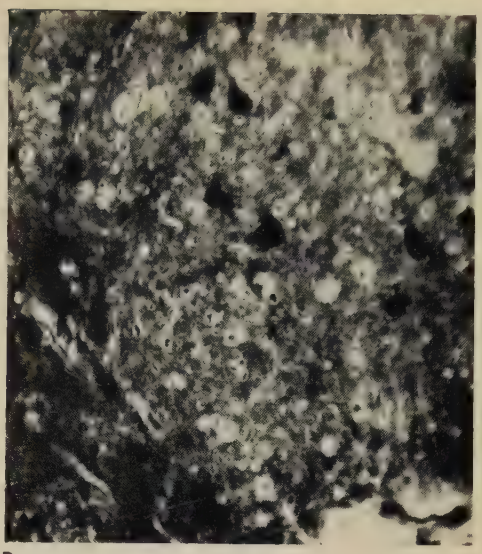
Vergroting 720 ×.

E. Vezelpatroon van de verbindingen tussen de thalamus en de gyrus centralis posterior in het gedeelte van de thalamus, dat grenst aan het occipitale gebied van de capsula interna in het niveau Ci 3.

Vergroting 720 ×.

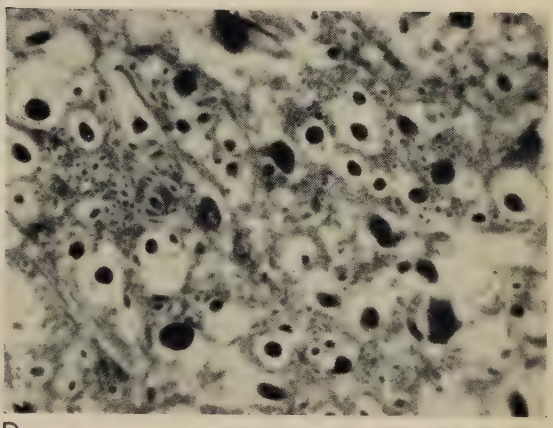


A

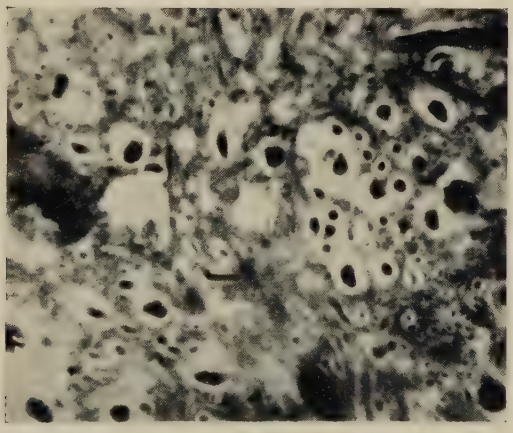


B

C



D

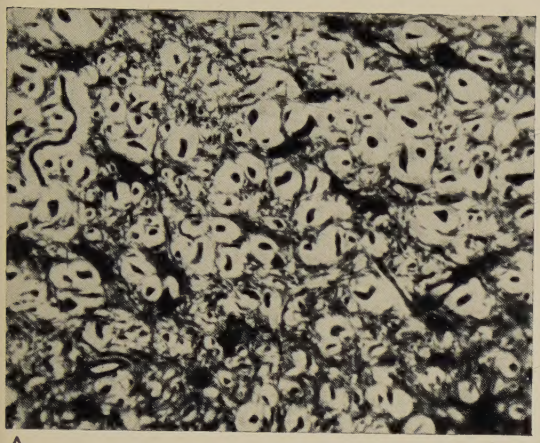


E

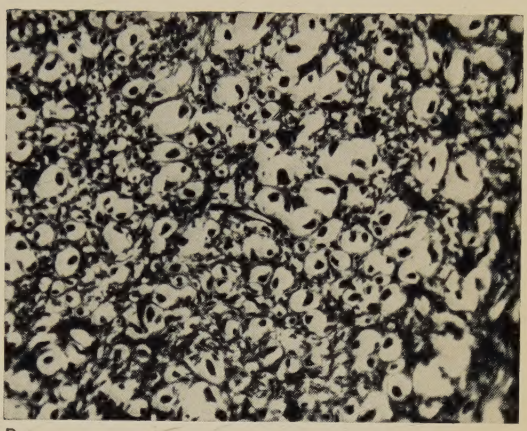
Plaat XI.

A. Het vezelpatroon van de occipitale area van de zone met dikke vezels in het niveau Ci 1, dat de corticofugale en corticopetale verbindingen van de gyrus centralis posterior kenmerkt.
Vergroting 324 ×.

B. Het vezelpatroon van de frontale area van de zone met dikke vezels in het niveau Ci 1, dat de corticofugale en corticopetale verbindingen van de gyrus centralis anterior kenmerkt.
Vergroting 324 ×.



A



B